

Best Available Copy

PCT

世界知的所有権機関
国際事務局

特許協力条約に基づいて公開された国際出願



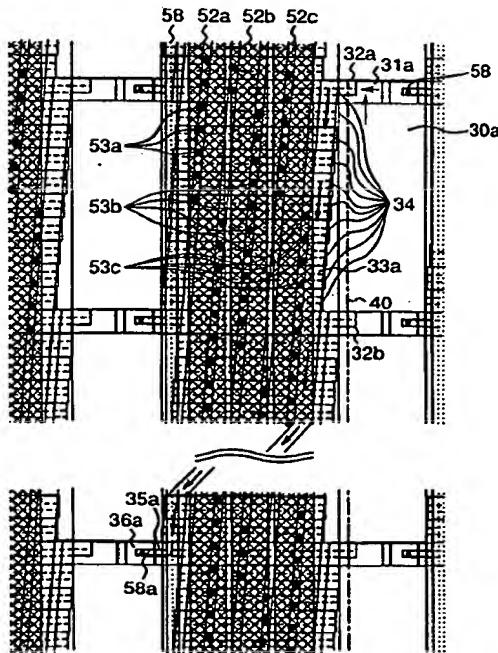
(51) 国際特許分類7 H01L 27/146, H04N 5/335	A1	(11) 国際公開番号 WO00/17930
		(43) 国際公開日 2000年3月30日(30.03.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/05146		(74) 代理人 青山 葵, 外(AOYAMA, Tamotsu et al.) 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号 IMPビル 青山特許事務所 Osaka, (JP)
(22) 国際出願日 1999年9月21日(21.09.99)		(81) 指定国 US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)
(30) 優先権データ 特願平10/268010 1998年9月22日(22.09.98) 特願平10/308648 1998年10月29日(29.10.98)	JP	(71) 出願人 ; および 江藤剛治(ETOH, Takeharu)[JP/JP] 〒562-0022 大阪府箕面市粟生間谷東7丁目21番2号 Osaka, (JP)
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 島津製作所(SHIMADZU CORPORATION)[JP/JP] 〒604-8511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 Kyoto, (JP)		(72) 発明者 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 武藤秀樹(MUTOH, Hideki)[JP/JP] 〒250-0055 神奈川県小田原市久野291番地の4 Kanagawa, (JP)
		添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title: HIGH-SPEED IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称 高速撮像素子

(57) Abstract

A high-speed imaging device comprises a plurality of signal conversion means (30), each for generating an electric signal depending on the strength of incidence light; and a plurality of signal recording means (33) for recording the electric signal output from the corresponding conversion means (30). The signal recording means (33) is rectilinear and it includes read lines (58a) to read electric signals directly outside a photosensitive plane for individual, longitudinal sections.



(57)要約

高速撮像素子は、入射光の強度に応じた電気信号を発生する複数の信号変換手段（30）と、それぞれ一つの信号変換手段（30）から出力される電気信号を記録する複数の電気信号記録手段（33）とを備える。電気信号記録手段（33）は線状であって、長手方向の複数の区分ごとに電気信号を直接受光面外に読み出すための読み出し線（58a）を備える。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

A E アラブ首長国連邦	D M ドミニカ	K Z カザフスタン	R U ロシア
A L アルバニア	E E エストニア	L C セントルシア	S D スーダン
A M アルメニア	E S スペイン	L I リヒテンシュタイン	S E スウェーデン
A T オーストリア	F I フィンランド	L K スリ・ランカ	S G シンガポール
A U オーストラリア	F R フランス	L R リベリア	S I スロヴェニア
A Z アゼルバイジャン	G A ガボン	L S レソト	S K スロヴァキア
B A ポスニア・ヘルツェゴビナ	G B 英国	L T リトアニア	S L シエラ・レオネ
B B バルバドス	G D グレナダ	L U ルクセンブルグ	S N セネガル
B E ベルギー	G E グルジア	L V ラトヴィア	S Z スウェーデン
B F ブルガニア・ファン	G H ガーナ	M A モロッコ	T D チャード
B G ブルガリア	G M ガンビア	M C モナコ	T G トゴー
B J ベナン	G N ギニア	M D モルドヴァ	T J タジキスタン
B R ブラジル	G W ギニア・ビサオ	M G マダガスカル	T Z タンザニア
B Y ベラルーシ	G R ギリシャ	M K マケドニア旧ユーゴスラヴィア	T M トルクメニスタン
C A カナダ	H R クロアチア	共和国	T R トルコ
C F 中央アフリカ	H U ハンガリー	M L マリ	T T トリニダッド・トバゴ
C G コンゴ	I D インドネシア	M N モンゴル	U A ウクライナ
C H スイス	I E アイルランド	M R モーリタニア	U G ウガンダ
C I コートジボアール	I L イスラエル	M W マラウイ	U S 米国
C M カメルーン	I N インド	M X メキシコ	U Z ウズベキスタン
C N 中国	I S アイスランド	N E ニジエール	V N ヴィエトナム
C R コスタ・リカ	I T イタリア	N L オランダ	Y U ユーゴースラビア
C L キューバ	J P 日本	N O ノルウェー	Z A 南アフリカ共和国
C Y キプロス	K E ケニア	N Z ニュー・ジーランド	Z W ジンバブエ
C Z チェコ	K G キルギスタン	P L ポーランド	
D E ドイツ	K P 北朝鮮	P T ポルトガル	
DK デンマーク	K R 韓国	R O ルーマニア	

明細書

高速撮像素子

技術分野

本発明は、高速現象の連続撮影に適する高速撮像素子および撮影装置に関するものである。

背景技術

高速撮影を目的とした固体撮像素子においては、フォトダイオード等の光電変換装置で発生した画像情報を記録装置に転送するために必要な時間が撮影速度を決める最大の要因である。このため本発明者の開発したカメラをはじめ、ほとんどの高速ビデオカメラで、多数の読み出し線を用いた並列読み出しによって撮像素子から記録装置への画像情報の転送を高速化する方法が採用されている（例えば、江藤、4, 500枚／秒の高速ビデオカメラ、テレビジョン学会誌、Vol. 46、No. 5、543-549ページ、1992年参照）。

記録装置への転送時間を最短とする方法は、画像情報を撮像素子から読み出さずに、撮像素子の受光面内の全てのフォトダイオードに隣接して記録装置を設ける方法である。この場合、全てのフォトダイオードから一斉に記録装置に画像情報を転送するので、受光面内のフォトダイオードの数（通常数万～数100万个）の並列処理による画像情報転送となる。従って、1個のフォトダイオードから隣接する記録装置への転送時間が画像1枚当たりの撮影速度となり、その逆数が1秒間あたりの撮影枚数（フレームレート）となる。この画素周辺記録型撮像素子を、本発明者らは、ISIS（In-situ Storage Image Sensor）と呼んでいる。このISISにより100万枚／秒以上の撮影速度での連続撮影が可能である。

撮像素子は、電荷、電圧のようなアナログ形式で画像情報を処理するアナログ型と、デジタル形式で画像情報を処理するデジタル型とに大別することができる。

各画素にA/D変換器を設けて最初から画像情報をデジタル化し、その後の処理は全てデジタル回路で行うのが理想的であり、画素内に入る超小型A/D変換器を作ることは理論的には可能である。しかし、A/D変換器は小型化すると変換精度

が急激に低下する。繰り返しサンプリング法等により変換精度を高めることができると、多数回の繰り返しには時間がかかるため超高速撮影には適さない。

一方、上記画素周辺記録型撮像素子は画素サイズが大きく数10ミクロンの長さのAD変換器を組み込むスペースを確保することができること、及び100万枚／秒のビデオカメラであれば数メガヘルツの比較的低い周波数で良いことを考慮すれば、将来的にはデジタル型の高速撮像素子が作れる可能性はある。

アナログ型の撮像素子は2種類ある。第1に、MOS型のスイッチを介して電線により光電変換装置近傍の記録装置に送る画像信号を送り方式の撮像素子（以下、MOS型又はXYアドレス型という。）がある。第2に、記録装置への画像信号の転送手段として電荷結合素子型電気信号転送路（CCD転送路）を使用し、このCCD転送路をそのまま記録装置として使用する方式の撮像素子（以下、CCD型又は転送型という。）がある。

MOS型の撮像素子については、本発明者らの提案がある（T. Etoh and K. Takehara, Ultrahigh-speed multiframing camera with an automatic trigger, Ultrahigh- and High-speed Photography and Photonics, SPIE Vol. 1757, pp53-59, 1992 参照）。

MOS型はノイズレベルの点でCCD型に劣るとされてきたが、近年、CMOS技術の細精化に伴い、個々の画素内に30倍程度の増幅器等を組み込むことによりSN比を大きく改善した撮像素子が市販されている。これらはCMOS-APS (Active Pixel Sensor) と呼ばれている。

画素周辺記録型撮像素子としてCMOS型を採用する場合、個々のフォトダイオード毎に増幅器を設け、記録場所に転送する前に画像情報を増幅できれば理想的である。現在の超小型増幅器では、高周波数で大きな増幅はできない。ただし、デジタル型の場合と同様に、大きな画素サイズ、比較的低い数メガヘルツの周波数を考慮すれば、記録場所への転送の前段階に10倍オーダーの増幅器を組み込むことができる可能性は高い。

MOS型の撮像素子では、読み出し線の寄生容量が大きいほどランダムノイズが大きいが、画素周辺記録型素子では画像情報の転送距離は数～数10ミクロンで、一般の素子のように受光面外に読み出す場合の1/1000～1/100である。

る。また、転送用の金属線の断面積は細精加工により非常に小さくできる。従つて、画素周辺の記録要素への転送時のランダム誤差は小さい可能性がある。この場合は撮影終了後の信号読み出し時に増幅器を使えばよい。

時間的に変化しない固定パターンノイズ（F P N）はM O S系撮像素子の一つの課題である。特にC M O S - A P Sでは個々の画素の増幅器等の性能にばらつきによるF P Nがある。しかし科学技術計測ではF P Nはほとんど問題にならない。すなわち、科学技術計測では、通常撮影後にデジタル画像処理を行うので、このプロセスでF P Nをキャンセルできる。

以上より、現在の技術でC M O S型の画素周辺記録型撮像素子を製作できる可能性が高い。

C C D型の画素周辺記録型撮像素子については、図23に示すK o s o n o c k y らの発明（米国特許第5, 355, 165号）がある。この撮像素子では、50万枚／秒の等時間間隔連続撮影が可能であり、連続撮影枚数は30枚である。

通常の撮像素子では、1個のフォトダイオードと付随する1個のC C D転送路からなる単位領域を1画素（ピクセル）と呼ぶ。もしくは、フォトダイオードで発生し、1個のC C D要素に蓄積される1単位の画像情報を1画素と呼ぶ。K o s o n o c k y らは図23中の点線で囲まれている、1個のフォトダイオード1、多数の要素を持つC C D転送路5, 6、操作に必要なゲート3等を含む単位領域を、マクロピクセル4と呼んでいる。これは、マクロピクセル4と、上記した1個のC C D要素やそこに蓄えられる1画像情報を区別するためである。以下、1マクロピクセルのことを1画素と呼ぶ。

フォトダイオード1で発生した電荷を、まず水平C C D転送路5上を右方向に5ステップ転送し、水平C C D転送路5の5個の要素全てが満たされると同時に、この水平C C D転送路6の図において下側に配置した5本の並列垂直C C D転送路6上に転送する。この繰り返しにより、30（5×6）枚の連続画像を蓄積できる。

さらに、もう一度垂直転送を行うと、5本の並列垂直C C D転送路6の最下段に蓄積された5個の画像信号は、直下の画素の水平C C D転送路5 bに移される。次のステップで全てのフォトダイオード1から水平C C D転送路5に電荷を転送

するとき、直前に水平CCD 5 bに移された上の画素4の画像信号は逐次右方向に輸送され、各画素の図において左上隅に設けられたドレーン7（この場合は右下隅の画素4内のドレーン7 c）に捨てられて、さらに撮像素子外に排出される。すなわち、常に30個の最新の画像情報が連続上書き記録される。

この連続上書き撮影機能は、高速撮影において重要である現象生起と撮影タイミングの同期を図る上で極めて有用である。すなわち、この機能があれば、撮影対象における現象の生起を検出した直後に連続上書き撮影を停止すると、その時点から過去に遡って現象が生起した時点の画像情報を再生できる。撮影対象とする超高速現象を直前に生起することを予測して撮影を始めることは極めて困難であるが、通常、現象の生起は直ちに確認できるので、その直後に撮影を停止することは容易である。

しかし、図23の撮像素子では、水平CCD転送路5上で、電荷の転送方向が水平・垂直交互に直角に急変する点が問題である。すなわち、非常に高速で電荷の転送方向が直角に変化すると不完全転送（電荷の取り残し）を避けることができず画質低下の原因となる。また、転送方向が変化する部分の電極配置が複雑になり、ノイズの発生の原因になる。さらに、電極配置が複雑になるためCCD転送路の1要素のサイズが大きくなるので、画素4のサイズを大きくしなければ記録容量（連続撮影枚数）が減少する。一方、画素4のサイズを大きくすると、同一の受光面積に対して総画素数が減少し、解像力が下がる。

図24、図25A及び図25Bは、本発明の発明者が発明した画素周辺記録型撮像素子である（特開平9-55889号公報及び江藤他：ISIS（画素周辺記録型撮像素子）の性能と将来性：高速度撮影とフォトニクスに関する総合シンポジウム1997講演論文集：403～412ページ：1997年、参照）。

この撮像素子では、フォトダイオード8で発生した電荷は、インプットゲート9からCCD転送路10上に送られ、ゆるやかな曲線部分10aで規則的にフォトダイオード8とフォトダイオード8の間を斜めに横切るCCD転送路10上を鉛直一方向に輸送され、6画素の長さにわたって転送された後、ドレーンゲート14からドレーン15へ排出される。インプットゲート9とドレーンゲート14の間のCCD転送路10の区分に常に最新の画像情報が連続上書き記録される。

この撮像素子では、電荷の転送方向は1方向転送であり急激な転送方向の転換がないため、電荷の完全輸送が可能である。また、電極配置が単純化されるためCCD要素のサイズを小さくでき、連続上書き枚数もしくは総画素数が増える。

しかし、この撮像素子では、画素配列が正方配列ではなく、少しづつ右にずれていく。科学技術計測では撮影後、撮影した画像に様々なデジタル画像処理を行うので、非正方配列から正方配列への画素配列の転換等は容易である。しかし画像処理のステップ数は少ないほど画質の劣化が少ないので、可能であれば正方配列が好ましい。

画素周辺記録型撮像素子では、各画素内に多くの記録要素を組み込むため、画素サイズが通常の素子の数倍以上となり、画像の再生に必要最小限の数の画素(256×256 程度)を持つ素子を作る場合でも、受光面積が非常に大きくなる。このような撮像素子は大型撮像素子(large format sensor)と呼ばれる。この大型撮像素子の歩留まり率は小さい。

例えば、上記図24に示す撮像素子では、1画素当たり、縦方向に8個のCCD要素を備え、横方向に平行に6本のCCD転送路10を備えている。従って、この撮像素子で 256×256 画素の解像とするには、 2048×1536 ((256×8)×(256×6))、すなわち約300万個のCCD要素が必要となる。現在の技術でも無欠陥の300万要素のCCD型撮像素子を作ることは困難である。

CCD型撮像素子では、転送に付随するノイズは非常に小さい。しかしCCD転送路上に欠陥があると、その点より上の画素の情報が読み出せないので線状の欠陥になり、歩留まり率が大きく低下する。従って、CCD型撮像素子では、歩留まり率が大型撮像素子を製品化する際の最大の問題となる。一方、MOS型撮像素子では読み出し線からの読み出し時のノイズは大きいが、製造技術はCCD転送路に比べてはるかに簡単である。また、欠陥は画素単位の点状の欠陥となる場合が多い。点状の欠陥は周囲の画素の画像情報で内挿することにより補正できる。

超高速撮影では非常に強い照明が必要である。また高速転送のため撮像素子が発熱する。これらは生物試料等の劣化や熱雑音の原因になる。ただし、超高速撮

影の撮影時間は通常1秒未満であり、時間がかかるのは画角の設定や、ピント、感度等を調節する撮影条件設定である。一方、電子式のビデオカメラでは、30枚／秒の画像があれば連続的に動く画像を再生でき撮影条件の設定が可能である。従って、撮影条件設定時に、照明等における発熱を防止するために間欠撮影を行う必要がある。

例えば、撮影時に100万枚／秒で連続撮影する場合、撮影条件設定時には1秒間に30回だけ、ピーク強度が撮影時の連続照明強度にほぼ等しいストロボで100万分の1秒づつ照明すればよい。また、それに同期させて1秒間に30回撮影した画像情報を使って、モニターディスプレー上に1秒間に30回づつ画像を再生すれば、通常のテレビジョンと同じ十分スムーズな動画像が得られる。これにより、撮影時とほぼ同じ条件で撮影した画像をオンラインでモニタリングでき、支障なく撮影条件を設定できる。また、この場合、撮影条件設定時の照明時間や撮像素子の操作時間の合計は連続撮影の場合の $30/1, 000, 000$ に激減する。例えば撮影条件の設定に1時間(3, 600秒)かかるとしても、総照明時間は $3, 600 \times 30/1, 000, 000$ 秒で、わずかに0.1秒にしかならない。

CCD型撮像素子では通常、画像を再生するためにはCCD要素内に蓄えられている画像情報を、不要なものまで含めて逐次的に一旦全て素子外に読み出す必要がある。大型の撮像素子で全ての画像情報を読み出すには高速転送を必要とし、発熱の原因となる。従って、CCD転送路を記録手段として用いる画素周辺記録型撮像素子で撮影条件設定時に間欠撮影を行うには、画像情報を速やかに撮像素子外に読み出す必要がある。

科学技術計測においては、可視光だけでなく、紫外線、赤外線、X線、ガンマ線等の電磁波や、電子流、中性子流、イオン流等の粒子流等による画像計測も重要である。

発明の開示

上記の課題に鑑み、本発明は、入射光や入射する紫外線、赤外線、X線等の電磁波や電子流、イオン流等の粒子流の強度に応じた電気信号を発生する複数の信

号変換手段と、それぞれ一つの信号変換手段から出力される電気信号を記録する複数の電気信号記録手段とを備える高速撮像素子において、上記電気信号記録手段は、線状であって、長手方向の複数の区分ごとに電気信号を直接受光面外に読み出すための読み出し線を備えることを特徴とする高速撮像素子を提供するものである。ここで「線状」とは、個々の信号変換手段に対応する個々の電気信号記録手段が、それぞれ直線形状であるか、部分的に屈曲部分や湾曲部分を有する形状であることをいう。

本発明の撮像素子では、電気信号記録手段のある区分内で欠陥があつても、それより上に位置する画素で発生した電気信号を直接受光面外に読み出すことができ、その欠陥によって生じる再生画像上の欠陥を点状の限られた欠陥に止めることができる。点状の欠陥は、周囲の画素の画像情報を用いて補正することができる。これにより歩留まり率は格段に向上する。

各信号変換手段から、電気信号記録手段を通過することなく、直接読み出し線に接続する手段を備えることが好ましい。

かかる構成とした場合、撮影条件設定時に、間欠的に照明を行いながら、電気信号記録手段上の画像情報を全て読み出すことなく、間欠的な照明が当たった瞬間だけの画像情報を読み出し、電気信号記録手段が電荷結合型電気信号転送路である場合の熱雑音の発生や、生物試料等の劣化を防ぎつつ、撮影装置の設定後に行う超高速撮影時とほぼ同じ条件で、撮影状態をモニタリングすることができる。

また、本発明は、入射光の強度に応じた電気信号を発生する複数の信号変換手段と、それぞれ一つの信号変換手段から出力される電気信号を記録する複数の電気信号記録手段とを備える高速撮像素子において、上記信号変換手段は、受光面上に正方形又は長方形の升目の全てもしくは一つおきに配置され、上記電気信号記録手段の中心線は、電気信号記録手段の延在方向に近接する2個の信号変換手段からそれぞれ対応する電気信号記録手段へ電気信号を入力する2個所の位置を結ぶ直線に対して傾斜していることを特徴とする高速撮像素子を提供するものである。「傾斜」とは上記電気信号記録手段の中心線が上記直線に対して平行でもなく、かつ、垂直でもないことを意味する。

この場合、画素配列は正方配列となる。正方画素配列の素子は、科学技術計測

において撮影終了後の画像処理が容易であるばかりでなく、歩留まり率向上のために、大型撮像素子を切り出すための切り出し線を作ることが容易である。

上記電気信号記録手段には、例えば、電荷結合素子型電気信号転送がある。

この場合、撮影中は各画素の信号変換手段で生じた最新の画像情報（電荷）を、周辺に設けた電荷結合素子型電気転送路上を 1 方向に高速で転送して蓄積することにより、超高速で連続上書き撮影できる。

また、上記電気信号記録手段は、MOS 型電気信号記録手段であってもよい。

この場合、撮影中は各画素の信号変換手段で生じた電荷を、周辺に設けたMOS 型電気信号記録手段に順次蓄積することにより、超高速で連続上書き撮影できる。

各信号変換手段は、互いに絶縁された複数部分に分割されている構成とすることが好ましい。

この場合、電荷の収集を早めるために信号変換手段の分割された各部分に電位勾配を設けても、電気信号記録手段と信号変換手段の間の電位差が過度に大きくならず、信号変換手段に発生した電気信号を確実に電気信号記録手段に送ることができる。また、各信号変換手段の個々の分割された部分は小面積のものでよいため、現在に入手可能で品質等の実績がある一辺数ミクロンと 10 数ミクロン程度のフォトダイオードを使用して信号変換手段を構成することができる。

また、電気信号記録手段がMOS 型電気信号記録手段であり、信号変換手段を複数部分に分割する構成とする場合には、個々の分割された部分と電気信号記録手段との間に增幅手段を介在させることが好ましい。

増幅手段としてトランジスタを使用する場合、電荷の流れる方向と直交する方向の寸法（幅）が大きい程、増幅効率がよいが、電気の流れる方向の寸法（長さ）に対して幅が大きくなり過ぎると、幅方向の電位の一様性を保持することが困難となる。これに対して、信号変換手段を複数部分に分割しておけば、個々の増幅手段の幅は小さくなるものの、複数の増幅手段の幅の合計が大きくなり、かつ、個々の増幅手段では幅が長さに対して大きくなり過ぎないため幅方向の電位の一様性が確保される。よって、かかる構成とすることにより、増幅手段の増幅効率が向上し、許容電荷量も大きくなる。

受光面の 1 辺から他の辺まで連続する切断可能な帯状の空間を持つ構成とする
ことが好ましい。

この場合、大型撮像素子の一部に欠陥があれば、無欠陥部分だけを切り出して、
解像力の低い安価な小型素子として使うことができる。さらに、これらを張り合
わせることにより、大型素子に等価な素子を提供することができ、格段に高い歩
留まり率で、比較的高い解像力で連続動画像再生に必要な連続画像枚数を超高速
撮影することが可能となる。

さらに、本発明は、上記高速撮像素子を備える撮影装置を提供するものである。
かかる撮影装置は、コンパクトで安価な 100 万枚／秒の超高速ビデオカメラと
なる。

図面の簡単な説明

図 1 は、第 1 実施形態の高速撮像素子の受光面を示す部分概略正面図である。

図 2 は、第 1 実施形態の高速撮像素子におけるポリシリコン電極の配置を示す
部分概略概略図である。

図 3 は、第 1 実施形態の高速撮像素子における CCD 転送路駆動電圧送付用の金
属線の配線を示す部分概略正面図である。

図 4 は、第 1 実施形態の高速撮像素子における読み出し制御用の金属線の配置
を示す部分概略正面図である。

図 5 は、第 1 実施形態の高速撮像素子における遮光層を示す部分概略正面図で
ある。

図 6 は、MOS 型読み出し回路を示す回路図である。

図 7 A は、コンタクトポイントを示す斜視図である。

図 7 B は、コンタクトポイントを示す側面図である。

図 8 は、第 1 実施形態の撮像素子におけるインプットゲートを示す部分拡大図
である。

図 9 は、第 2 実施形態における画素と CCD の配置を示す部分概略正面図であ
る。

図 10 は、第 3 実施形態における画素と CCD の配置を示す部分概略正面図で

ある。

図11は、第3実施形態における中心部の画素とCCDの配置である。

図12Aは、真中を横切るゲート領域を持つフォトダイオードを示す部分側面図である。

図12Bは、図12AのXVI-XVI線での断面図である。

図12Cは、真中を横切るゲート領域を持つフォトダイオードを示す部分側面図である。

図12Dは、図12CのXVI'-XVI'線での断面図である。

図13は、鉛直オーバーフローゲート兼リセットゲートを示す概略図である。

図14は、千鳥状の画素配置を示す部分概略正面図である。

図15は、本発明の第4実施形態の撮像素子を示す概略正面図である。

図16は、第4実施形態の撮像素子を示す部分拡大概略正面図である。

図17は、第4実施形態の撮像素子を示す部分拡大概略正面図である。

図18は、第5実施形態の撮像素子を示す概略正面図である。

図19は、第5実施形態の撮像素子を組み合わせた状態を示す概略正面図である。

図20は、本発明の第6実施形態の撮像素子を示す部分拡大概略正面図である。

図21Aは、第6実施形態の撮像素子を組み合わせた状態を示す概略正面図である。

図21Bは、図21Aの部分XXIVの要部拡大図である。

図22は、本発明の第7実施形態の撮像素子を示す部分拡大概略正面図である。

図23は、従来の高速撮像素子を示す部分概略正面図である。

図24は、従来の高速撮像素子の他の例を示す部分概略正面図である。

図25Aは、図24の高速撮像素子の部分概略正面図

図25Bは、図25Aの部分拡大図である。

発明を実施するための最良の形態

(第1実施形態)

図1から図5は本発明の第1実施形態の高速撮像素子を示している。

なお、図1は高速撮像素子の受光面を概略的に示したものであり、図2はCCD転送路33の要素とポリシリコン電極51a～51cの配列を示している。また、図3から図5は図2の上に重なる面を示している。このうち図3は第1（下層）金属線配置面を示している。図4は第2（上層）金属線配置面を示している。最上面の図5はフォトダイオード以外への光の入射を防ぐ遮光面50を示している。理解を容易にするために図3の第1金属層は図2の上に重ねて表している。図4の第2金属層も図2の上に表している。しかし、図が複雑になるので、図4には中間の第1金属層は表していない。同様に図5では図2の上に最上層のみを表している。このように、本実施形態の高速撮像素子は、図5に示す遮光層50を除いて2層の金属層を備えているため、配線の立体交差が可能であり、受光面内外を問わず自由に回路が構成することができる。

まず、図1を参照して連続上書き撮影時の操作について説明する。

信号変換手段であるフォトダイオード30aで発生した画像情報（電荷）は、電荷収集井戸31aに集められてインプットゲート32aから電気信号記録手段であるCCD転送路33aに転送され、CCD転送路33a上を下方に転送される。CCD転送路33a上の電荷の転送は標準的な3相駆動で行う。

CCD転送路33aは、インプットゲート32aと、フォトダイオード30aを含む画素に対して図において下側の画素に含まれるインプットゲート32bとを結ぶ垂直線40に平行ではなく、図において左に傾斜している。この傾斜により下側の画素のインプットゲート32bから延びるCCD転送路33bを受光面内に組み入れることができる。

CCD転送路33aは6画素分の距離を、下方斜めに直線的に延び、最下端にはドレーンゲート35aとドレーン36aが設けられている。画像情報はCCD転送路33a上を転送されたのち、ドレーン36aから素子外に排出される。後述のごとくドレーンゲート35aは読み出しゲートと併用している。なお、ドレーンゲート35には図4に示す金属線57から操作電圧が供給される。

図2に示すように、CCD転送路33aには1画素あたり10個のCCD要素34が設けられており、6画素分の長さで60個のCCD要素がある。すなわち、CCD転送路33aには常に画像60枚分の最新の画像情報が保持される。科学

技術用途において動画像再生に必要な最少の連続画像枚数は 50 枚 (< 60 枚) である。これにより、画像は少しぎくしゃくするが 5 枚／秒で 10 秒間以上の動画像が再生できる。

CCD 転送路 33a の、インプットゲート 32a, 32b を結ぶ垂直線 40 に対する傾きは、1 画素分下方に進むごとに、転送路 1 ピッチ (CCD 転送路 33 が 1 本と、CCD 転送路 33 を隔てるチャネルストップ 1 本の幅の和) だけ左にずれるように設定されている。

上記のように 1 画素の長さに CCD 要素が 10 個入る。また、本実施形態では CCD 要素 1 個の縦の長さと転送路ピッチをともに 4.8 ミクロンとしている。従って、1 画素 (CCD 要素の 10 個分) 進むと上記のように 1 転送路ピッチだけ左にずれている。傾きは 1/10 であり、角度で表せばアークタンジェントを取って 5.71° である。なお、転送路ピッチの内訳は、CCD 転送路 33a の幅が 3.2 ミクロン、チャネルストップの幅が 1.6 ミクロンである。上記のよう に傾きを設定しているため、インプットゲート 32a から下方へ 1 画素進むと、CCD 転送路 33a は 4.8 ミクロン左にずれ、下側の画素ではインプットゲート 32b の左側に、ちょうど CCD 転送路 33 が 1 本と、チャネルストップ 1 本が入るスペースが形成される。

仮に上側のフォトダイオード 30a に接続された CCD 転送路 33a が垂直に延びる構造とすると、下側のフォトダイオード 30b に接続する新たな CCD 転送路 33 を設けるには、下側のフォトダイオード 30b をインプットゲート 32b とともに、右側に CCD 転送路 1 ピッチ分ずらせば良い。この場合、上下のフォトダイオード 30a, 30b に接続される左右 2 本の CCD 転送路の中心線はともに垂直方向に延びる。一方、インプットゲート 32a と、インプットゲート 32b を結ぶ線の方が右に 1/10 だけ傾斜するので、CCD 転送路 33 の中心線とインプットゲート 32a, 32b を結ぶ線は平行とはならない。このような構造は、原理的には本実施形態と同じであるが、本実施形態の方が正方画素配列である点で優れている。

また、仮に上側のフォトダイオード 30a に接続される垂直に伸びる CCD 転送路 33a を上側のフォトダイオード 31a もしくはこのフォトダイオード 31

aを含む上側の画素の下端で止める構造とすると、下側のフォトダイオード3 1 bに接続されるCCD転送路3 3 bを垂直に延ばすことができる。しかし、この場合、CCD転送路3 3 上のCCD要素の数が10個であり、連続画像枚数が10枚となるので、動画像が再生できずビデオカメラにはならない。

さらに、仮に上から降りてくるCCD転送路3 3 aに、下のフォトダイオード3 0 bで発生した画像情報を転送する構造とすると、上下の画素の画像情報が混じって画像を再生できない。

CCD転送路3 3 aの中心線と、インプットゲート3 2 a, 3 2 bを結ぶ線とともに図において上下方向に延在させ、互いに平行とすることは可能ではある。この場合、上から降りてくるCCD転送路3 3 aの左側に下の画素のCCD転送路3 3 bを作つて、下のフォトダイオード3 0 bから、CCD転送路3 3 aを1本をまたいで電荷を送れば良い。この接続をCCD以外の原理、例えば単純に金属線でつなぐと電荷の完全転送ができない。CCD原理で跨ぐには、上記図23に示す撮像素子と同様に、跨がれる要素が2方向交互転送要素となる。すなわち、跨ぐときには水平方向の転送、上からの画像情報を送るときは垂直転送になる。現在の技術水準で高速で2方向交互転送を行うことは困難である。

このように本実施形態の高速撮像素子では、上下のインプットゲート3 2 a, 3 2 bを結ぶ線に対してCCD転送路3 3 を傾斜させることにより、正方画素配列でかつ各フォトダイオード3 0ごとにCCD転送路3 3 が接続された構造を実現している。

1画素の縦のサイズは、48ミクロン(=4.8ミクロン×10要素)であり、CCD転送路3 3 の部分の幅は、CCD転送路7本とチャネルトップ6本分を加えて32.0ミクロン(=3.2×7+1.6×6)である。従つてフォトダイオード3 0 の幅は16.0ミクロン(=48-32.0)である。画素数は256×256であり、受光面の1辺は12.288mmである。チップサイズは15×15mmである。チップの製造、カメラの製作ともに標準的な光学系を使用することができる。

電荷収集井戸、ドレーン、インプットゲート、ドレンゲート等はフォトダイオード領域上部に作られる。この領域の高さは6ミクロンである。従つてフォト

ダイオードの面積を画素面積で割った開口率は $29.2\% (= 16.0 \times (48 - 6) / (48 \times 48))$ である。なお、オンチップマイクロレンズを乗せれば実質開口率を高めることができる。

撮影対象とする現象が生起したときは、連続上書き操作を停止した後CCD転送路33内に保持されている画像情報を読み出す。この読み出し手段について説明する。

CCD転送路33の転送操作が停止した状態で全ての画素の中から1画素（例えばフォトダイオード30aを含む画素）を選び、CCD転送路33aの下端のドレーンゲート35aを開き、CCD転送路33の転送操作を1ステップだけ行う。これによりフォトダイオード30aで発生した60個の画像情報のうち、最初の画像情報がドレーンゲート35aからドレン36aへ、そしてドレン線58aに排出される（図3参照）。全てのドレン線58は一つにつながり、読み出し操作時には受光面外の読み出し回路に接続されている。この読み出し回路を通じて素子外に画像情報が読み出される。すなわち、受光面内の読み出し線とドレン線は共用されている。またドレーンゲートは読み出しゲートを兼ねている。

上記のように1画素を順次選択してゲートを一つづつ開けるには図6に示すMOS型回路を使用する。画像情報である電気信号（電荷）は各CCD転送路の最下端要素に保持されている。読み出し兼用のドレーンゲート35は、図6に示すように垂直MOSスイッチ（ゲート）である。垂直走査シフトレジスタ45から水平制御線56中の1本の水平制御線56aに電圧を送ると、この水平制御線56aに連なる横1行の垂直MOSゲート（ドレーンゲート）35が一齊に開いて通電状態となる。この状態を保って、水平走査シフトレジスタ46から受光面外に並んだ水平MOSゲート47に順次電圧を送る。電圧を送ったゲートに連なる垂直信号読み出し線と、通電中の水平制御線の交点に当たるフォトダイオード30（図1、図2では60番目の画像情報蓄積要素、すなわちCCD転送路33の最下端の要素）から、画像信号がドレン線58に流出する。以下、垂直走査シフトレジスタ45から順次電圧を送り、その状態で水平走査シフトレジスタ46を走査する。こうしてある時点に対する全ての画素の画像情報を順次読み出す。

本実施形態ではCCD転送路33に欠陥があつても、影響するのはそのCCD転送路33により画像情報が記録される1個のフォトダイオード30を含む画素だけであり、再生画像上では点状の欠陥となる。これは補正できるので製造歩留まり率を格段に向上させることができる。

次に撮影条件設定中の間欠モニタリング手段について説明する。

ドレン36と電荷収集井戸31の間にはオーバーフローゲート48が設けられており、このオーバーフローゲート48には図4に示す金属線57から操作電圧が供給される。撮影時に強い光が入って過剰な電荷が生じたときは、ブルーミングが起こらないように過剰電荷がオーバーフローゲート48を介してドレン36に排出される。読み出し操作中はオーバーフローゲート48は完全に閉じられる。オーバーフローゲート48はリセットゲートとしても使用される。

撮影条件の設定時には、オーバーフローゲート48を読み出し用MOSゲートとして使用する。これにより、CCD転送路33を経由することなく直接画像情報を読み出せる。この場合、ドレーンゲート35は閉じる。例えば、図2でフォトダイオード30aのオーバーフローゲート48aを開けると、電荷収集井戸31aに集まつた電荷は、右のドレン36aに移つて受光面外に読み出される。

撮影条件設定時の照明はストロボ等による間欠照明である。読み出し中の光の入射による電荷の発生を防ぐため、この間はメカニカルシャッターを閉じる。撮影後の読み出し中もメカニカルシャッターを閉じる。

読み出し回路は上記のMOS回路に限らない。CMOS回路でも良い。CMOS回路はMOS型を改良して所用電力を下げたものである。高速撮影では照明用に大きな電力を必要とするので、電池を電源とする撮影はできない。従つて本発明ではMOS型でも良い。

読み出し線の前段階に増幅回路を入れても良い。また電荷量を電圧に変換して、画像情報を破壊すことなく何度も読み出せるようにしたCMD等を組み入れても良い。ノイズを低減したTSL-MOS型回路を使用してもよい。これらの方針により、読み出し線を使った読み出しに特有のランダムノイズを低減させ、CCD転送路による低ノイズ転送の利点を生かすことができる。

図2に示すように、各CCD要素34上には縦方向に3枚のポリシリコン電極

51a、51b、51cが乗っている。各ポリシリコンの水平方向の長さは、転送路領域（左右の2列のフォトダイオードに挟まれる縦長の面）の幅30.6ミクロンである。幅は1枚当たり1.6ミクロンピッチである。3枚で4.8ミクロンピッチである。

CCD転送路33上を電荷を転送するために、ポリシリコン電極51a～51cを駆動するための電圧を与える必要がある。図3の52a～52cは駆動電圧を送るための3本一組のアルミニウム線であり、それぞれ第1、第2及び第3相の駆動電圧を送る。図3の53a、53b、53cはコンタクトポイントである。図7A及び図7Bは、1本のアルミニウム線52a～52cからコンタクトポイント53a～53cを経由してポリシリコン電極51a～51cに至る駆動電圧の転送経路を示している。コンタクトポイント53a～53cはチャネルトップ上に設けるため、上記のようにチャネルトップの幅を広め（デザインルールである0.8ミクロンの2倍の1.6ミクロン）に設定している。

図8はインプットゲート32の拡大図である。インプットゲート32では第1及び第2相のポリシリコン電極51a、51bが電荷収集井戸31まで延長されており、ポリシリコン電極51a、51bに駆動電圧が加えられると、電荷収集井戸31とCCD転送路33の間の電位障壁が下がって電荷がCCD転送路33に転送される。

（第2実施形態）

図9は本発明の第2実施形態を示している。第1実施形態との違いは、MOSスイッチ型の読み出し回路のかわりに、フォトダイオードとフォトダイオードの間に水平CCD転送路80を設けていることである。ドレーン36は連続上書きとブルーミングコントロール等に使う。

上記したように超高速撮影時に転送方向の急変による不完全転送を防ぐことは困難である。従って電荷をCCD転送路33上を上から斜め下に転送し、急角度で曲げ、水平CCD80に移すと、曲がった後の水平CCD80の要素に蓄積された画像情報は劣化する。しかしこれらは最初の数画面分の画像情報であり、これらを除いて60画面分の画像情報がCCD転送路33上に蓄積されている。

電荷収集井戸31やリセットゲート兼用のオーバーフローゲート36等の配置

は第1実施形態と同じである。電極や金属線等の配置も基本的に第1実施形態と同じである。水平CCD 80への駆動電圧は、フォトダイオード30の下部をかすめて、細い金属線で送るようとしてもよく、透明ポリシリコンで送っても良い。一方、撮影終了後の読み出しへは低速で行うことができるので、直角方向の転送でもほぼ完全に転送できる。また、転送方向は交互に変わるものではなく、一定の方向なので電極の設計もとくに複雑にはならない。

本実施形態の高速撮像素子では、CCDにより画像情報を完全に転送して受光面外まで転送し高い画質の画像を得ることができる。また読み出し線等が不用となる分だけの構造が単純になり、画質が向上する。

(第3実施形態)

図10は本発明の第3実施形態の高速撮像素子における画素配置を示している。この図10から分かるように、本実施形態は図24及び図25に示す緩やかな曲線部を有するCCD転送路を備える撮像素子の画素を正方配置に変えたものと見ることもできる。また、図9に示す第2実施形態で急に曲がる角部をゆるやかな曲線に変えたものと見ることもできる。

図10に示す撮像素子を反転、回転して作られる4個の撮像素子を、図11に示すように縦横の中心線83, 84に沿って接合することができる。かかる構造とすれば、上記した画素の正方配置の利点に加えて、後述するように中央線83, 84で1/4に切断・接合できる撮像素子になる。なお、CCD要素のピッチは4.8×4.8ミクロンである。画素数は256×256である。

CCD転送路が受光面内に斜行部や曲線部を持つCCD型撮像素子は提案された例がない。特に受光面内で何度もゆるやかに曲線を描くCCD型転送路は当業者にとって全く馴染みがない。しかし本実施形態は、第1及び第2実施形態に比べても、不要な回路や急激な方向変化などを伴わない最も単純で無理のない構造になっている。

通常のCCD型撮像素子では受光面の端から端まで電極などが配置される。図23のKosonockyらの並列CCD型の場合も、端部まで電極やゲートが作り込まれている。これに対して、本実施形態では、図11のように4個を組み合わせる前の1個の素子については、図10において上辺と右辺には電極等が全

く組み込まれない。受光面外からの制御電圧送付や受光面外への読み出し線等は、2層金属配線を使えば自由に組み込めるので、下辺と左辺から送ることができる。そのため、図11に示すように4個の素子を組み合わせると、中心線83、84に沿って電極、電線等が全くない細長い領域が生じる。ただし、中心線83、84に面する画素については電荷収集井戸31やドレーンの位置を少しずらしている。中心線83、84に沿う領域では、図11に示すように、フォトダイオード30の周囲に十分な空間が存在するので、この程度の配置の変更は自由にできる。

図11の素子に1ないし2箇所の欠陥がある場合、2本の中央線83、84に沿って切断すれば、1/4の無欠陥部分だけを取り出すことができる。またこうして取り出した1/4画素分の素子を突き合わせれば、大きいサイズの素子となる。このような切断・接合可能(cuttable/butable)な配置により歩留まり率が格段に向上する。例えば、1/4画面の素子で歩留まり率が10%のとき、その2倍の画面では1%、もとのサイズではさらにその2乗の0.01となり、10,000個製造して1個しか使えないことになる。これに対して図11のように1/4画面の素子を接合して使用するのであれば、もとのサイズの歩留まり率は10%となる。

なお、図24、図25A及び図25Bに示す撮像素子は切断・接合できない。これは、フォトダイオードの位置が少しづつ横にずれ、これらを結ぶ線が中心線と交わるからである。これに対して本実施形態では正方画素配置を採用しているので、画素の凹凸がなく、切断・接合が可能である。

第1及び第2実施形態の高速撮像素子も、中心線に沿って配置とフォトダイオード30の形状を少し変更することにより、中心線に沿う切断可能な細長い領域を作ることができる。例えば中心線に沿うフォトダイオード30の縦方向の長さを10ミクロン程度短くし、横幅を広げて他のフォトダイオード30と同じ面積にすれば、中心線に沿って20ミクロンの切断可能領域ができる。中心線付近には記録用CCD転送路33がほとんど組み込まれていないのでフォトダイオード30を横に広げるための十分な空き空間がある。

本実施形態では画素サイズは48×48ミクロンであり、通常の撮像素子に比べて極めて大きいので、接合時の位置合わせも容易である。

図10の撮像素子を接合することにより、歩留まり率を下げないで4倍面積の262,144画素($=512 \times 512$)の撮像素子を作ることができる。さらに3板化すると約80万画素(正確には786,432画素)の高解像度で、100万枚/秒の撮影速度で連続60枚撮影できるビデオカメラとなる。この3板式カメラで3枚の素子を順次使えば、約26万画素で連続180枚撮影できる。一方、撮像素子の費用は、線形に増加するだけで、 256×256 画素の場合の12倍になるだけである。

さらに切断・接合可能な性質を利用して設計・製造を容易にしたり、画素数を増やすことができる。例えば、CCD要素のピッチを 7.2×7.2 ミクロンとし、画素数を 320×320 とすると、1/4画面分の素子では、画素数が 160×160 、受光面サイズは1辺 11.52mm ($=7.2 \times 10 \times 1.60$)となり、かなり余裕のある設計となる。

本実施形態では撮影条件設定時の間欠モニタリング手段は、素子の中には組み込まれていないが第1実施形態と同様に組み入れても良い。その他のゲート操作、電極、金属線配置等も基本的には第1及び第2実施形態と同様である。

第1から第3実施形態では、電荷収集井戸31とインプットゲート32はフォトダイオード30の左上隅に、ドレーンゲート35とドレーン36はフォトダイオード30の右上隅に設けているが、これらの設置位置は右が左に上が下になつても良い。

インプットゲート32とドレーン35が近接しておればオーバーフローゲート48をその間に設けることができる。一方、図12Aから図12Dに示すような鉛直オーバーフローゲート90兼リセットゲート91を設けるときは、インプットゲートとドレーンの位置は離れていても良い。例えば、第1から第3実施形態でインプットゲートをフォトダイオードの真ん中左、又は真ん中右に配置しても良い。

また、第1実施形態で、図13に示すように1個のフォトダイオードを分割した上下のフォトダイオード30d, 30eの間に電荷収集井戸32、インプットゲート32、オーバーフローゲート48、ドレーン36を設けてもよい。この場合には、フォトダイオード30d, 30eの中を電荷が輸送される距離が半分に

なる。通常、数10ミクロンの長さのフォトダイオード上を電荷が移動するのに1マイクロ秒程度かかる。長さが半分になると転送時間が半分になり、それだけ高速化できる。

さらに、画素中心のゲート領域に増幅器を設け、読み出し回路を少し変更するとCMOS-APS型の読み出し方式となり、S/N比が大きく改善される。

フォトダイオード上の電荷の移送速度を上げるには、フォトダイオード内に、電荷収集井戸方向に電位勾配を設ければ良い。この場合、フォトダイオードの長さが長い程、電荷収集井戸の電位は深くなる。電荷収集井戸からCCD転送路に電荷を転送するには、電荷収集井戸の電位は浅い方が良い。フォトダイオード中に電位勾配を設ける場合、フォトダイオードの長さが半分であると、電荷収集井戸の井戸の深さも浅くなる。

画素配置は完全正方形に限らない。図14に示すような、正方形もしくは長方形の升目の一つおきにフォトダイオード30の中心が配置された千鳥配置でも良い。

第1から第3実施形態の撮像素子を積層型としても良い。積層型は技術的には難しいが100%に近い開口率が得られる。記録部の占有面積率も100%に近い値となる。この場合も、上下の画素のインプットゲートを結ぶ線に対してCCD転送路は斜行する。積層型の場合は、受光面のかわりに、光以外の電磁波や粒子流を受けて電気信号に変換する材料からなる面を乗せやすい。光以外の電磁波や粒子流を一旦光に変換する層、例えばX線を光に変換する蛍光面等を設けても良い。電子線を直接受けるものは透過型電子顕微鏡に入れれば、超高速電子顕微鏡となる。

撮影条件設定のための間欠モニタリング機能は、ビデオカメラに組み込んでも良い。例えば、入射光をミラーもしくはプリズムでモニタリング用の別の撮像素子に入射させるようにしても良い。この場合は、感度と入射光強度の関係を、画素周辺記録型撮像素子による連続撮影の条件と合わせる必要がある。

第1から第3実施形態の高速撮像素子を備える撮影装置であれば、100万枚/秒の高速撮影が可能である。

(第4実施形態)

図15から図17は、本発明の第4実施形態を示している。

この第4実施形態では、電気信号記録手段は、MOS型電気信号記録手段である。

図15に示すように、各画素129はそれぞれ信号変換手段であるフォトセンサ部131を備えている。

図16に示すように、1個のフォトセンサ部131は、図において上下方向に配列され、チャネルストップにより互いに絶縁された4個のフォトダイオード130a, 130b, 130c, 130dにより構成されている。各フォトダイオード130a～130dは、それぞれ増幅手段であるトランジスタからなるアンプ133a, 133b, 133c, 133dを介して垂直信号線135の図において上端側に接続されている。

このように分割された複数個のフォトダイオード130a～130dにより1個のフォトセンサ部131を構成した場合、電荷の収集を早めるために各フォトダイオード130a～130dに電位勾配を設けても、垂直信号線135側（電気信号記録手段側）との電位差が過度に大きくならず、フォトダイオード130a～130dに発生した電気信号を確実に垂直信号線135側に送ることができる。また、個々のフォトダイオード130a～130dは小面積のものでよいため、現在入手可能で品質等の実績がある一辺数ミクロンや10数ミクロン程度のフォトダイオードを使用することができる。

アンプ133a～133dがトランジスタである場合、電荷の流れる方向と直交する方向の寸法（幅）が大きい程、増幅効率がよいが、電気の流れる方向の寸法（長さ）に対して幅が大きくなり過ぎると、幅方向の電位の一様性を保持することが困難となる。しかし、本実施形態のようにフォトセンサ部131を複数部分に分割しておけば、個々のアンプ133a～133dの幅は小さくなるものの、複数のアンプ133a～133dの幅の合計が大きくなり、かつ、個々のアンプ133a～133dでは幅が長さに対して大きくなり過ぎないため幅方向の電位の一様性が確保される。よって、かかる構成とすることにより、増幅手段の増幅効率が向上し、許容電荷量も大きくなる。

図15に示すように、垂直信号線135は、画素129の6個分だけ図において

て斜め下方側へ直線状に延在している。すなわち、垂直信号線 135 は、一つのフォトセンサ部 131a が対応する垂直信号線 135 と接続する位置と、そのフォトセンサ部 131a の図において下側のフォトセンサ部 131b が対応する垂直信号線 135 と接続する位置とを結ぶ直線 137 に対して傾斜している。従って、フォトセンサ部 131a に対応する垂直信号線 135 は、フォトセンサ部 131a から図において 1 画素分下側ではフォトセンサ部 131b から離間しており、この隙間に下側のフォトセンサ部 131b に対応する垂直信号線 135 が配置される。図において水平方向に隣接する 2 個のフォトセンサ部 131 の間には最大 7 本の垂直信号線 135 が存在している。

各垂直信号線 135 には、電気信号を蓄積・記録するためのキャパシタ 139 が 60 個ずつ等間隔で連結されている。各キャパシタ 139 と垂直信号線 135 の間には選択ゲート 141 が介設されている。

各垂直信号線 135 の図において上端側には、対応するフォトセンサ部 131 と連通・遮断するためのインプットゲート 143 が設けられている（図 16 参照）。

一方、各垂直信号線 135 の図において下端側には、読み出し／リセットゲート 145 が設けられている。また、各垂直信号線 135 の下端は、それぞれ図において水平方向に延在し、受光面外の読み出し回路に接続された水平信号読み出し線 147 に接続されている。各読み出し線 147 には受光面外に水平信号読み出し線選択ゲート 149 が設けられている。

図において水平方向に並んだキャパシタ 139（図 17 において “1” から “60” までの同じ番号が付されたキャパシタ 139）の選択ゲート 141 は、それぞれ図において水平方向に延びる記録場所選択用制御線 151 に接続されている。

各垂直信号線 135 のインプットゲート 143 は、それぞれ図において上下方向に延びるインプットゲート制御線 153 を介して図示しないシフトレジスタから送られる電圧により開閉される。受光面上で図において上下方向に並んでいるフォトセンサ部 131 に対応する垂直信号線 135 のインプットゲート 143 は同一のインプットゲート制御線 153 に接続されている。

各垂直信号線 135 の読み出し／リセットゲート 145 は、それぞれ図において上下方向に延びる読み出し／リセットゲート制御線 155 を介して図示しないシフトレジスタから送られる電圧により開閉される。受光面上で図において上下方向に並んでいるフォトセンサ部 131 に対応する垂直信号線 135 の読み出し／リセットゲート制御線 155 は同一の読み出し／リセットゲート制御線 155 に接続されている。

各水平信号読み出し線選択ゲート 149 は、図において水平方向に延びる水平信号読み出し線選択ゲート制御線 157 を介して図示しないシフトレジスタから送られる電圧により開閉される。受光面上で図において水平方向に並んでいるフォトセンサ部 131 に対応する水平信号読み出し線選択ゲート 149 は、同一の水平信号読み出し線選択ゲート制御線 157 に接続されている。

受光面の積層構造について説明すると、図示しない基板上面の第 1 層にフォトセンサ部 131、キャパシタ 139、記録場所選択用ゲート 141、インプットゲート 143、読み出し／リセットゲート 145、水平信号読み出し線選択ゲート 149 が設けられている。また、第 2 層には、図において上下方向に延びる金属線、すなわち垂直信号線 135、インプットゲート制御線 153、読み出し／リセットゲート制御線 155 が設けられている。さらに、第 3 層には、図において水平方向に延びる金属線、すなわち水平信号読み出し線 147、記録場所選択用制御線 151、水平信号読み出し線選択ゲート制御線 157 が設けられている。第 3 層の上には、フォトセンサ部 131 以外への光の入射を防ぐ遮光面（図示せず）が設けられている。

次に、第 4 実施形態の撮像素子の動作について説明すると、撮影時には、すべてのインプットゲート制御線 153 に電圧を送り、全てのインプットゲート 143 を開く。この状態を保って、受光面上で水平方向に並んだ画素 129 のフォトセンサ部 131 毎に、図において最も上方側の記録場所選択用制御線 151（図において “1” を付したキャパシタ 139 の選択ゲート 141 を開閉する記録場所選択用制御線 151）に電圧を送る。その結果、各フォトセンサ部 131 の 4 個のフォトダイオード 130a～130d に発生した電気信号は、アンプ 133a～133d で増幅された後、インプットゲート 143、垂直信号線 135 及び

記録場所選択用ゲート 141 を介して “1” を付したキャパシタ 139 に記録される。同様に、“2” から “60” を付したキャパシタ 139 の記録場所選択用ゲート 141 に対応する記録場所選択用制御線 151 に対して順次電圧を送る。その結果、各フォトセンサ部 131 毎に、“1” から “60” の順でキャパシタ 139 に電気信号が記録される。

“1” から “60” のキャパシタ 139 に全て電気信号が記録された後、次の画像（61番目の画像）に対応する電気信号を記録するには、まず、インプットゲート 143 を閉じ、読み出し／リセットゲート 145 及び水平信号読み出し線選択ゲート 149 を開とした状態で、“1” のキャパシタ 139 に対応する選択ゲート 141 を開く。その結果、“1” のキャパシタ 139 に蓄積されていた電気信号は、選択ゲート 141、垂直信号線 135、読み出し／リセット制御線 145、読み出し線 147 及び水平信号読み出し線選択ゲート 149 を介して受光面外に排出される。次に、読み出し／リセットゲート 145 及び水平信号読み出し線選択ゲート 149 を閉、インプットゲート 143 を開とした後、“1” のキャパシタ 139 の選択ゲート 141 を開き、フォトセンサ部 131 に発生した61番目の画像に対応する電気信号を “1” のキャパシタ 139 に記録する。以下、“2” から “60” の順で同様の操作を繰り返し、連続上書きを行う。第1実施形態と同様に、撮影対象とする現象が生起すると連続上書きを停止する。

連続上書き撮影終了後に各キャパシタ 139 に蓄積された電気信号を読み出す場合には、1本の水平信号読み出し線選択ゲート制御線 157 に電圧を送り、この水平信号読み出し線選択ゲート制御線 157 により制御される全ての水平信号線読み出し線選択ゲート 149 を開くとする。これにより図において水平方向の1列の画素 129 について電気信号の読み出しが可能な状態となる。また、1本の読み出し／リセットゲート制御線 155 に電圧を送り、この読み出し／リセットゲート制御線 155 により制御される全ての読み出し／リセットゲート 145 を閉とする。これにより図において上下方向の1列の画素 129 について電気信号の読み出しが可能な状態となる。このように1本の水平信号読み出し線選択ゲート 157 と1本の読み出し／リセットゲート制御線 155 に電圧を送ることにより、1個の画素 129 について電気信号の読み出しが可能な状態となる。そし

て、この状態を保って、その1個の画素129について図において上側から記録場所選択用制御線151に対して順次電圧を送る。その結果、“1”から“60”的順でキャパシタ139内に記録された電気信号が、記録場所選択用ゲート141、垂直信号線135、読み出し／リセットゲート145、水平信号読み出し線147及び水平信号読み出し線選択ゲート149を介して受光面外に読み出される。以下同様に、読み出し／リセットゲート制御線155を水平方向に、水平信号読み出し線選択ゲート157を垂直方向に順次走査して画素129を1個ずつ選択し、選択した画素129に対応する“1”から“60”までのキャパシタ139に記録された電気信号を読み出す。

各フォトセンサ部131の全てのキャパシタ139に蓄積された電気信号を排出してリセットするには、読み出し／リセットゲート145、水平信号読み出し線選択ゲート149を全て開とし、かつ、全ての記録場所選択用ゲート141をいっせいに閉とする。各キャパシタ139に蓄積された電気信号は、記録場所選択用ゲート141、垂直信号線135、読み出し／リセットゲート145、読み出し線147及び水平信号読み出し線選択ゲート149を介して素子外に排出される。

撮影条件設定のための間欠モニタリング時には、全ての選択ゲート141を開状態に保持する。また、全ての入力ゲート143を開状態で保持する。そして、所定の時間間隔（例えば1／30秒間隔）で、各フォトセンサ部131から電気信号を読み出す。垂直方向の走査は、水平信号読み出し線選択ゲート制御線157に1本ずつ順次電圧を印可することにより行う。水平方向の走査は、読み出し／リセットゲート制御線155に1本ずつ順次電圧を印可することにより行う。水平信号読み出し線選択ゲート149を開状態で維持し、インプットゲート制御線153に1本ずつ順次電圧を印可することにより水平方向の走査を行ってよい。

（第5実施形態）

図18に示す本発明の第5実施形態の撮像素子180では、インプットゲート制御線153及び読み出し／リセットゲート制御線155は、受光面上を図において左端部から右端部へ水平方向に延びている。よって、第5実施形態では、金属

線のうち、インプットゲート制御線 153、読み出し／リセットゲート制御線 155、水平信号読み出し線 147、記録場所選択用制御線 151、水平信号読み出し線選択ゲート制御線 157が水平方向に延びており、各フォトセンサ部 131に対応する垂直信号線 135のみが図において上下方向に延びている。各垂直信号線 135は、受光面の上端部から下端部まで延びているのではなく、対応するフォトセンサ部 131から画素 129の6個分だけ下方に延びて対応する水平信号読み出し線 147に接続して終了している。このように第 5 実施形態の撮像素子では、受光面外までつながる金属線、すなわちインプットゲート制御線 153、読み出し／リセットゲート制御線 155、水平信号読み出し線 147、記録場所選択用制御線 151及び水平信号読み出し線選択ゲート制御線 157は、すべて水平方向に延びている。よって、図 19に示すように、これらの線の受光面からの引き出し部分を図において左側に設け、受光面の左側の部分 180aにシフトレジスタ等の受光面外の回路をまとめることができる。

かかる構成としたことにより、例えば、図 19に示すように、8 個の撮像素子 180を水平方向に2列、垂直方向に4列の合計8 個配列して1 個の大面積の受光面を備える高解像度の撮像素子とすることができます。この場合、8 個の撮像素子 180を同一構造とし、図において左側の列の撮像素子 180に対して右側の列の撮像素子 180を 180° 反転させて配置するだけでよい。

各撮像素子 180の図において下辺部分では、受光面の最も下側のフォトセンサ部 131に対応する垂直信号線 135、キャパシタ 39等のみが存在し、フォトセンサ部 131は存在していない。よって、撮像素子を上下方向に配列するには、上側の撮像素子 180の下辺部分と下側の撮像素子 180の上辺部分とを図示しない絶縁層を介在させて互いに重ね合わせた領域 181を設ける必要がある。この領域 181は他の部分と比較して厚みが大きくなるが、厚みの増大と比較して画素サイズが大きいため、焦点ずれ等の問題は生じない。

図 19の構成とした撮像素子では、連続上書き撮影時に8 個の撮像素子 180毎に上書きのために各画素から排出される電気信号の総和を監視し、いずれか1 個の撮像素子 180について排出される電気信号の総和が急変したときに上書きを停止するようにしてもよい。かかる構成とすれば、特別な機構を組み込むこと

なく、画像の1/8の領域で急激な変化が生じた場合に連続上書きを停止するトリガー機能が得られる。

第5実施形態のその他の構成及び作用は上記第4実施形態と同様であり、同一の要素には同一の符号を付している。

(第6実施形態)

図20及び図21は、本発明の第6実施形態の撮像素子を示している。

図20に示すように、この第6実施形態の撮像素子280では、電荷収集井戸281の図において上下両側に接続された一対のフォトダイオード283a, 283bが各画素284のフォトセンサ部285を構成している。電荷収集井戸281、インプットゲート286を介して6画素分の距離を直線状に延びるCCD転送路287に接続している。CCD転送路287の図において下端側には、バッファ／ドレインゲート289、増幅器290及びリセットゲート291が設けられている。バッファ／ドレインゲート289は、オーバーフロー／リセットゲート292を介して、そのCCD転送路287に電気信号が記録されるフォトダイセンサ部285を備える画素284に対して、図20において6個下側で1個左側の画素284の電荷収集井戸281に接続されている。

第6実施形態では、正方配列である画素284の図において上下方向の配列方向（図において矢印Xで示す）に対して、上記CCD転送路287の延在方向及び各フォトセンサ部285を構成する一対のフォトダイオード283a, 283bの配列方向（図において矢印Yで示す）が傾斜している。従って、各フォトセンサ部285に対応するCCD転送路287は、図において下側に延びるのに伴って、そのフォトセンサ部285の図において下方側に配置されたフォトセンサ部285から離間し、この隙間に図において下方側のフォトセンサ部285に対応するCCD転送路287を配置することができる。

また、第6実施形態では各フォトセンサ部285が2個のフォトダイオード283a, 283bにより構成されているため、電荷の収集を早めるために各フォトダイオード283a, 283bに電位勾配を設けても、CCD転送路287側との電位差が大きくならず、フォトダイオード283a, 283bに発生した電気信号を確実にCCD転送路287に送ることができる。また、個々のフォトダ

イオード 283a, 283b は小面積のものでよいため、現在入手可能で品質等の実績がある一辺数ミクロンと 10 数ミクロン程度のフォトダイオードを使用することができる。

第 6 実施形態の撮像素子 280 では、受光面の図 20において左側にシフトレジスタ等の受光面外の回路をまとめ、受光面の上下両側及び右側にはシフトレジスタ等のない領域を設けることができる。よって、図 21A 及び図 21B に示すように、第 6 実施形態の撮像素子を 4 個組み合わせて 1 個の大面積の受光面を備える撮像素子とすることができます。なお、組み合わせる撮像素子数は 4 個に限定されず、例えば、図 19 に示す第 5 実施形態の場合と同様に、撮像素子を適宜 180° 反転させて 8 個の撮像素子を組み合わせてもよい。

(第 7 実施形態)

図 22 は、本発明の第 7 実施形態の撮像素子 380 を示している。この撮像素子 380 は、図 23 に示した Kōsono & kō の撮像素子と同様の構成であるが、各画素 381 每に 2 個のフォトダイオード 382a, 382b を備え、これらのフォトダイオード 382a, 382b は、1 個の電荷収集井戸 3a 及びインプットゲート 3b を介して CCD 転送路 5, 6 に接続されている。かかる構成とすれば、電荷の収集を早めるために各フォトダイオード 382a, 382b に電位勾配を設けても、CCD 転送路 5 側との電位差が大きくならず、発生した電気信号を確実に CCD 転送路 287 に送ることができると共に、現在入手可能で品質等の実績がある一辺数ミクロンや 10 数ミクロン程度のフォトダイオードを使用することができる。

第 1 から第 7 実施形態を通じて受光面外の読み出し用水平 CCD、カメラ等の構成は一般的なものであり、本明細書で参照した従来技術の明細書や文献（例えば、竹村裕夫、CCD カメラ技術入門、コロナ社）にも記載されている。従って本明細書では改めて説明していない。

請 求 の 範 囲

1. 入射光の強度に応じた電気信号を発生する複数の信号変換手段と、それぞれ一つの信号変換手段から出力される電気信号を記録する複数の電気信号記録手段とを備える高速撮像素子において、

上記電気信号記録手段は線状であって、長手方向の複数の区分ごとに電気信号を直接受光面外に読み出すための読み出し線を備えることを特徴とする高速撮像素子。

2. 入射する電磁波や粒子流を、その強度に応じた電気信号に変換する複数の信号変換手段と、それぞれ一つの信号変換手段から出力される電気信号を記録する複数の電気信号記録手段とを備える高速撮像素子において、

上記電気信号記録手段は線状であって、長手方向の複数の区分ごとに電気信号を直接受光面外に読み出すための読み出し線を備えることを特徴とする高速撮像素子。

3. 各信号変換手段から、電気信号記録手段を通過することなく、直接上記読み出し線に接続する手段を備える請求項 1 又は請求項 2 に記載の高速撮像素子。

4. 入射光の強度に応じた電気信号を発生する複数の信号変換手段と、それぞれ一つの信号変換手段から出力される電気信号を記録する複数の電気信号記録手段とを備える高速撮像素子において、

上記信号変換手段は、受光面上に正方形又は長方形の升目の全てもしくは一つおきに配置され、

上記電気信号記録手段の中心線は、電気信号記録手段の延在方向に近接する 2 個の信号変換手段からそれぞれ対応する電気信号記録手段へ電気信号を入力する 2 個所の位置を結ぶ直線に対して傾斜していることを特徴とする高速撮像素子。

5. 上記電気信号記録手段は、電荷結合素子型電気信号転送である請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の高速撮像素子。

6. 上記電気信号記録手段は、MOS 型電気信号記録手段である請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の高速撮像素子。

7. 各信号変換手段は、互いに絶縁された複数部分に分割されている請求項 5 又は請求項 6 に記載の高速撮像素子。

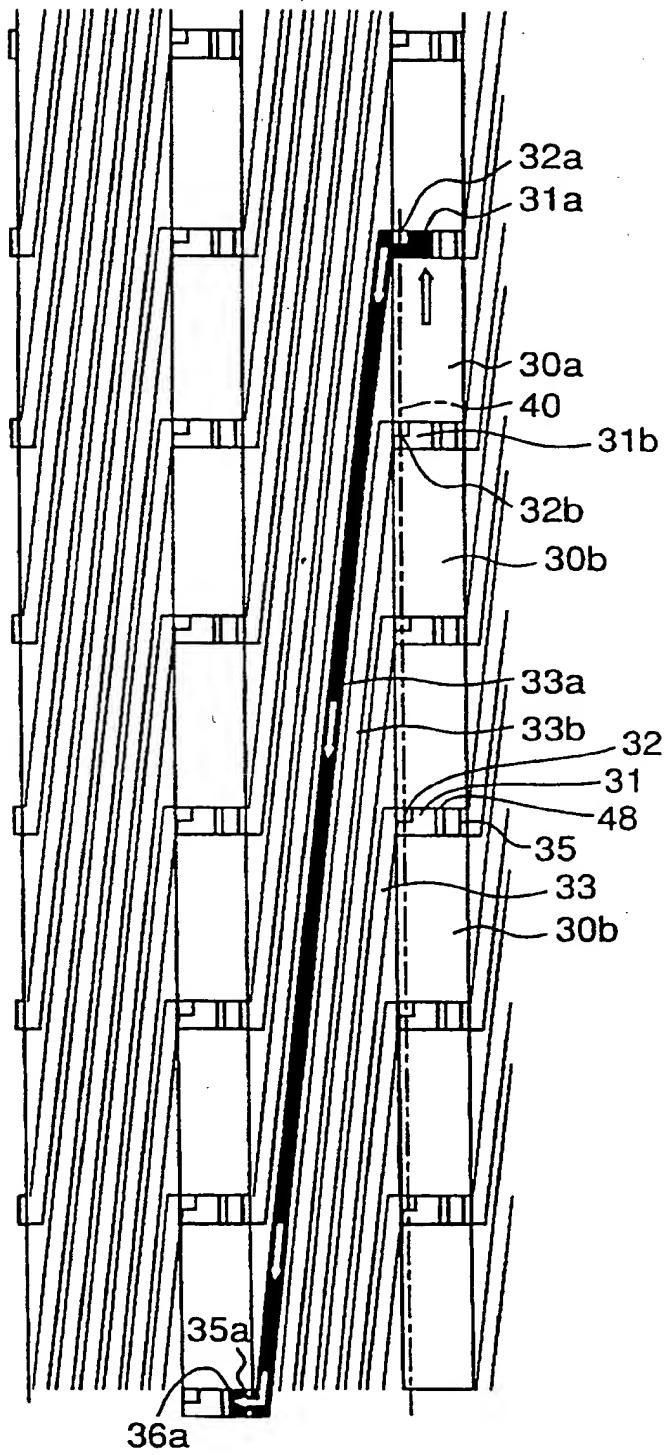
8. 各信号変換手段は、互いに絶縁された複数部分に分割され、分割された複数部分と電気信号記録手段との間に電気信号を増幅する増幅手段が介設されている請求項 6 に記載の高速撮像素子。

9. 受光面の 1 辺から他の辺まで連続する切断可能な帯状の空間を持つことを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の高速撮像素子。

10. 入射光の強度に応じた電気信号を発生する複数の信号変換手段と、それぞれ一つの信号変換手段から出力される電気信号を記録する複数の電気信号記録手段とを備える高速撮像素子において、

各信号変換手段は、互いに絶縁された複数部分に分割されていることを特徴とする高速撮像素子。

11. 請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の高速撮像素子を備える撮影装置。

Fig. 1

2/23

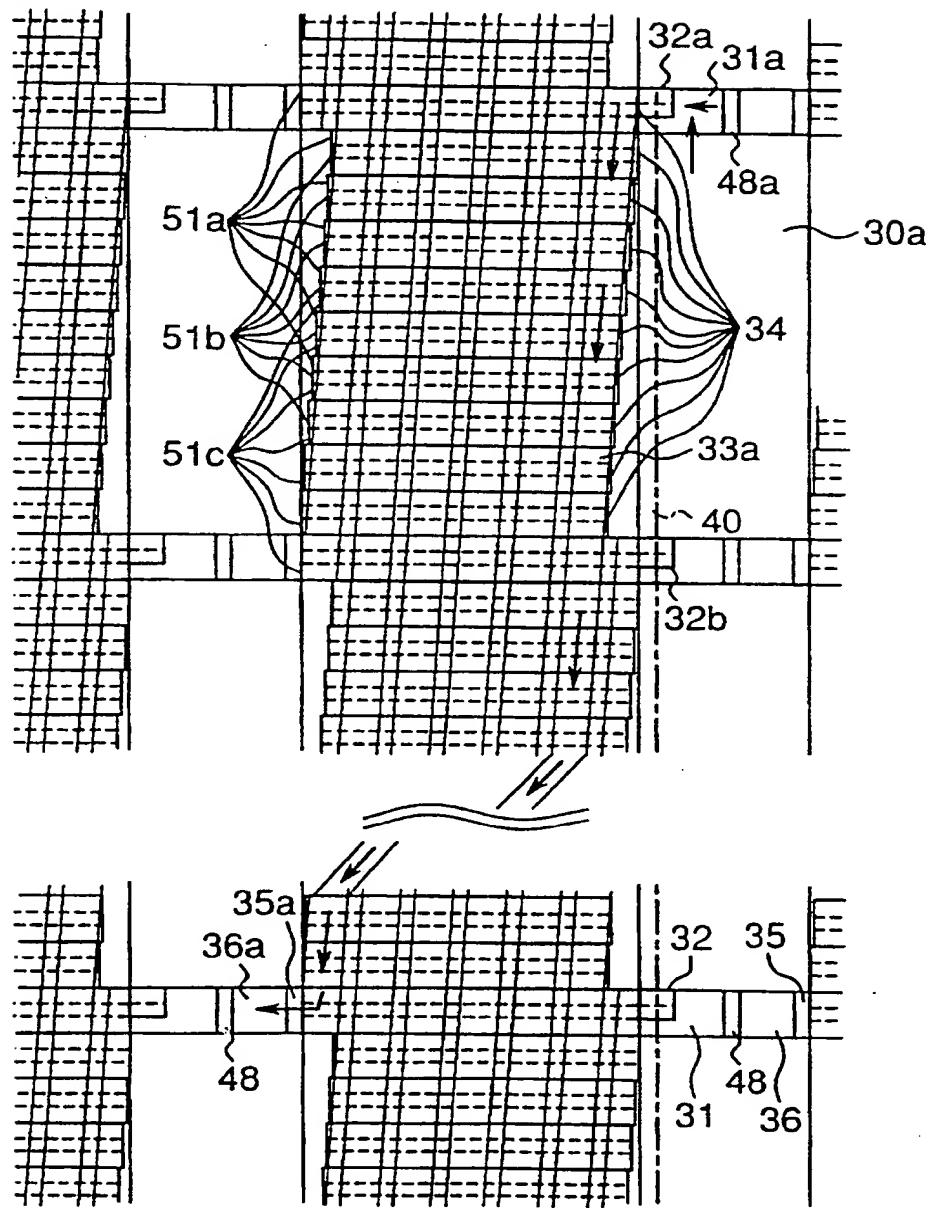
Fig.2

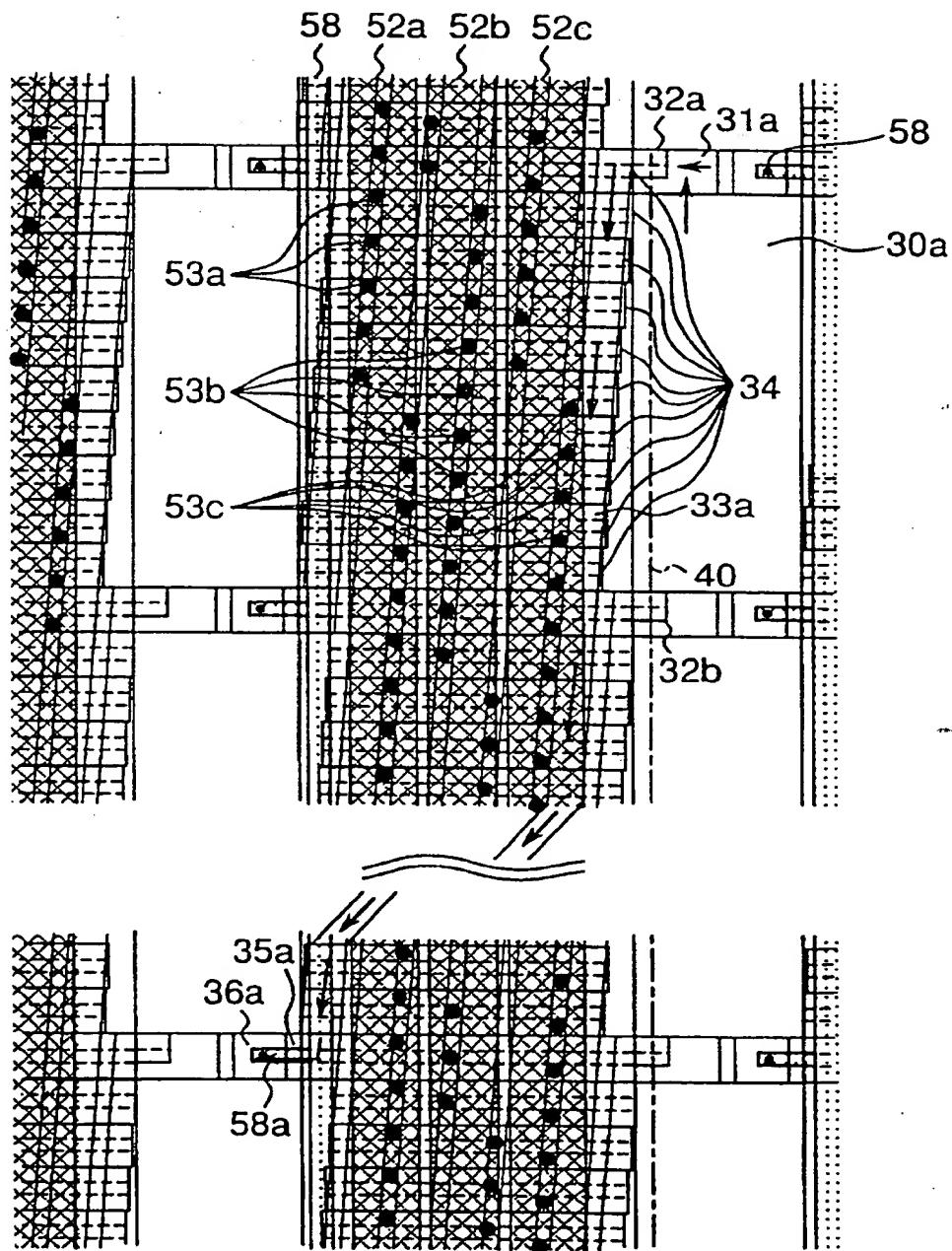
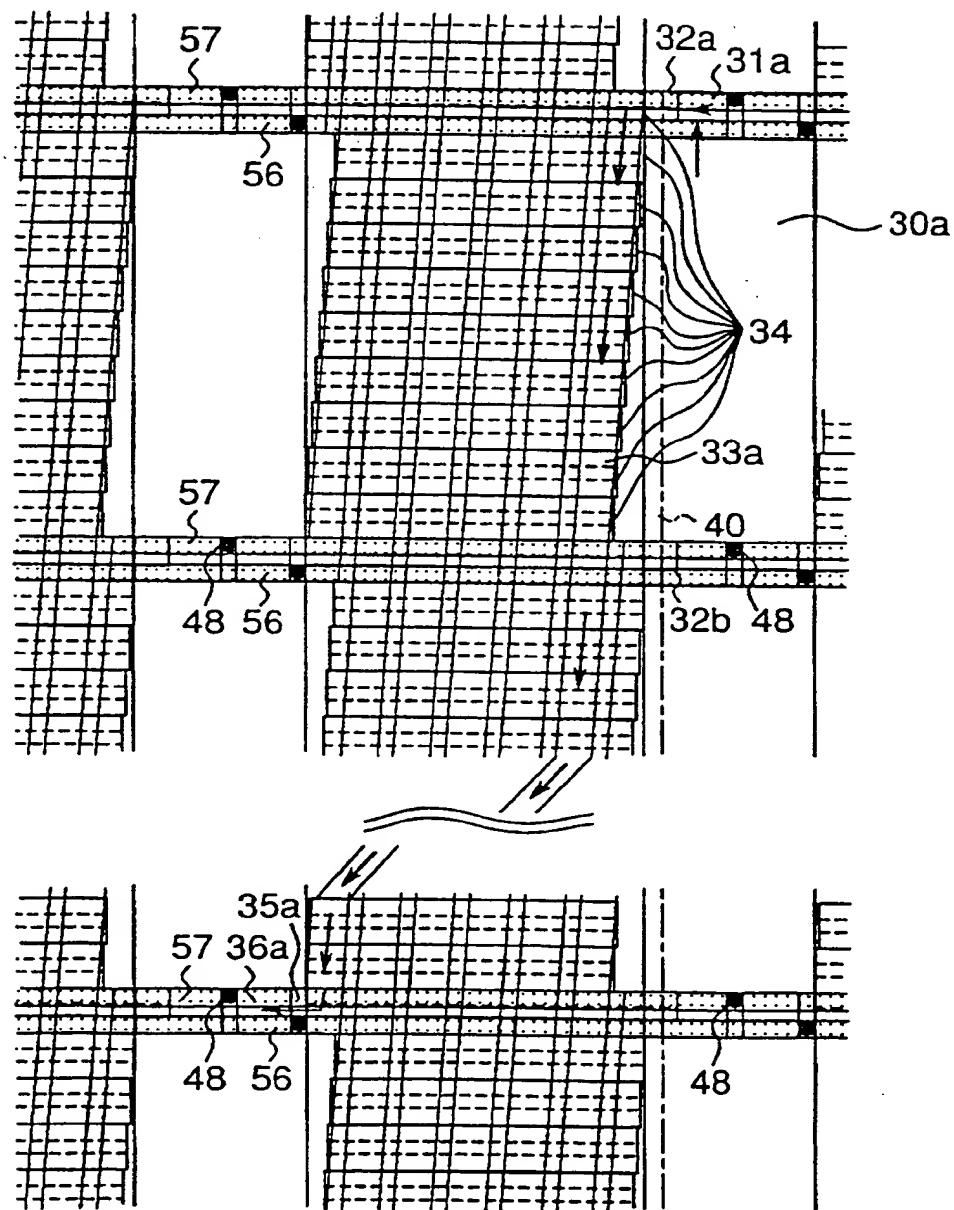
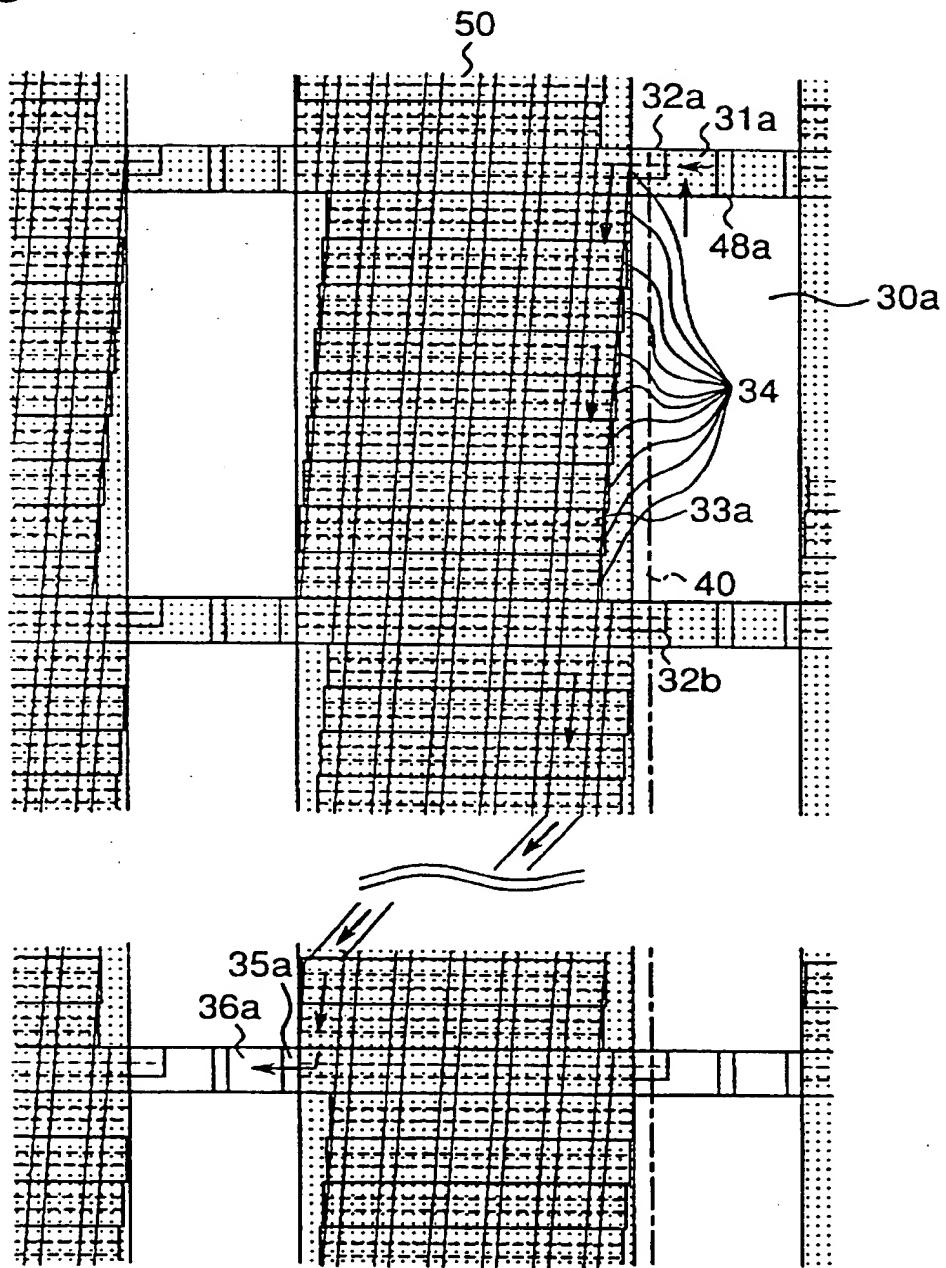
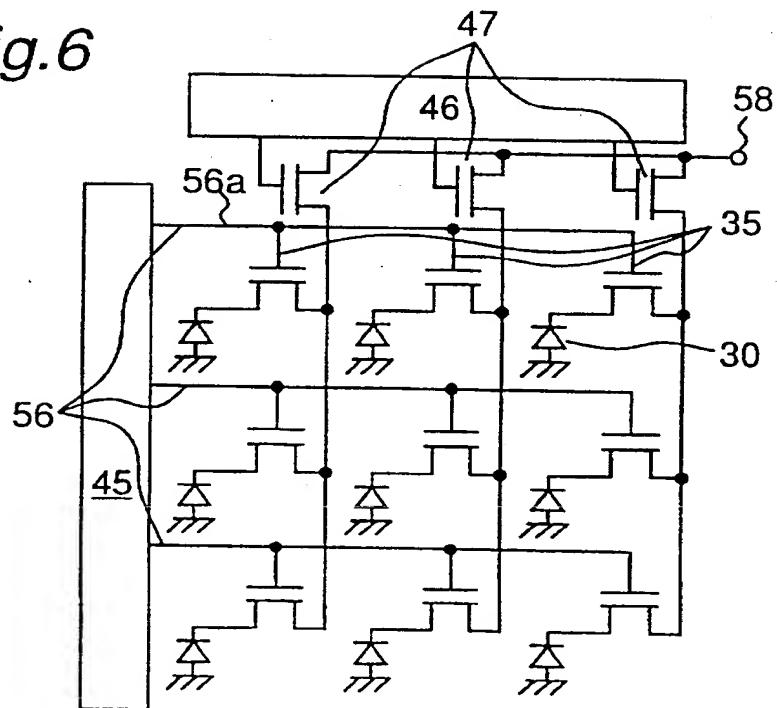
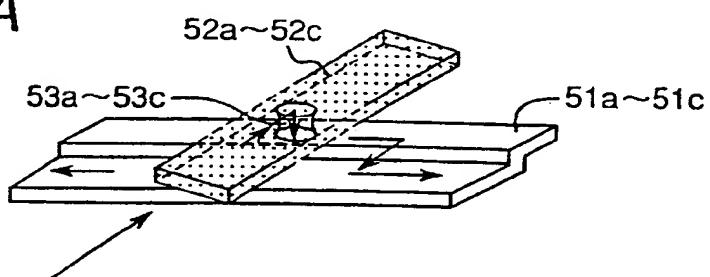
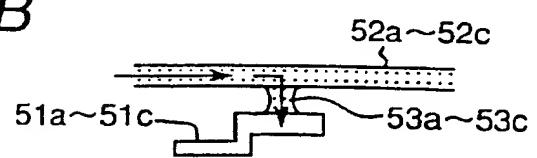
Fig.3

Fig.4

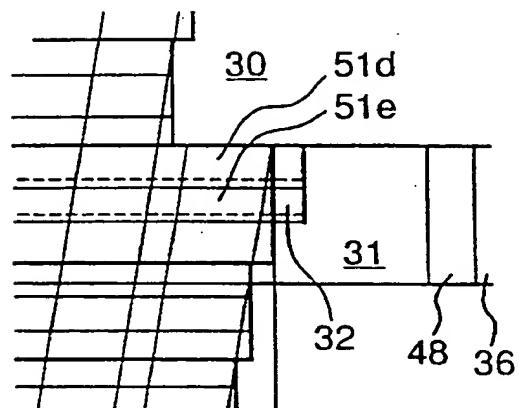
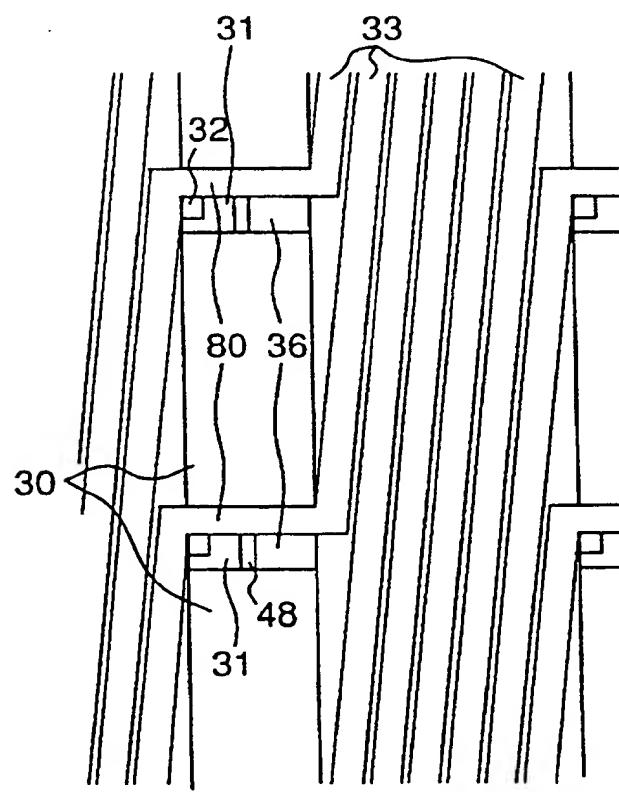
5/23

Fig.5

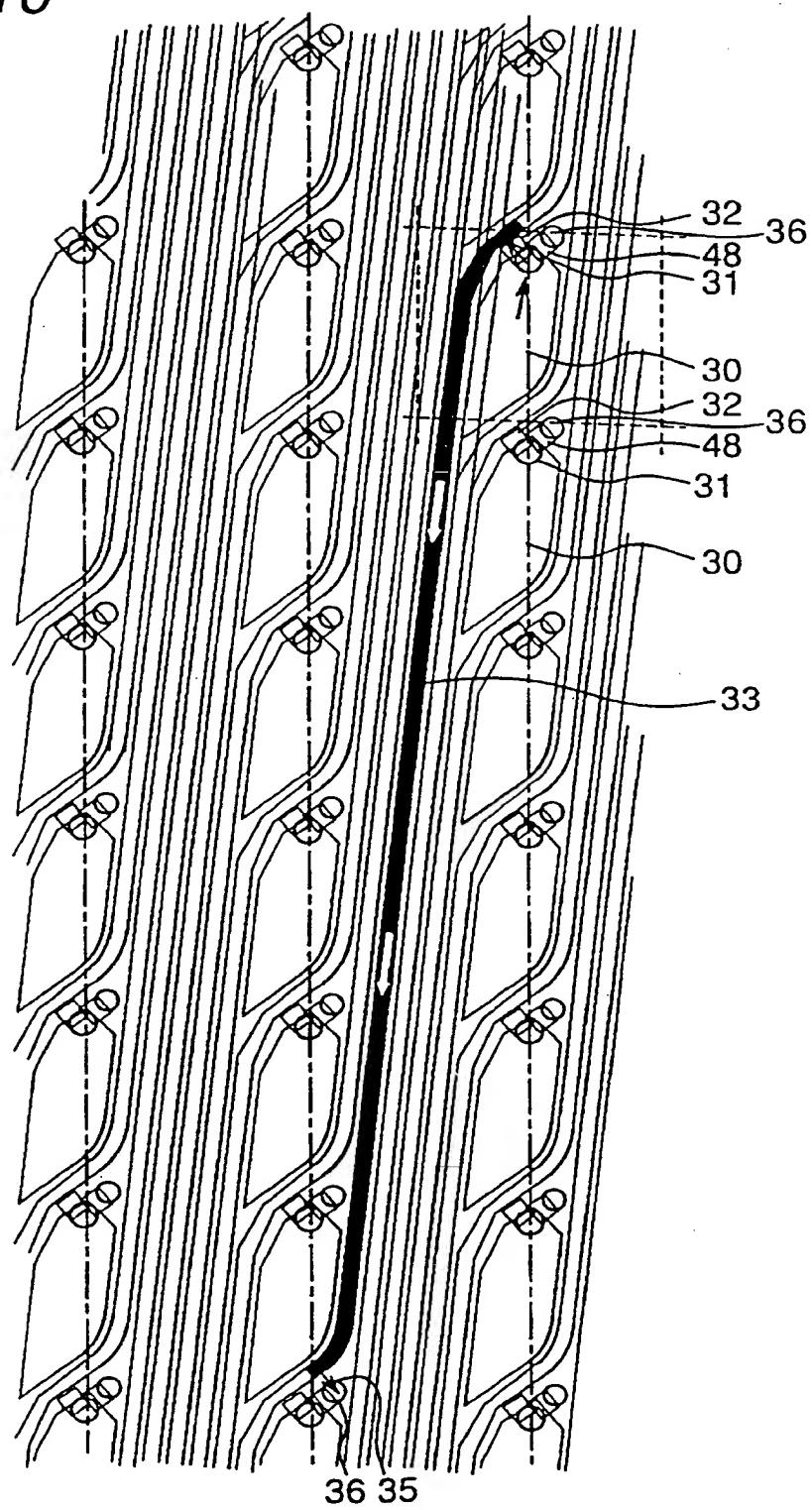
6/23

Fig.6*Fig.7A**Fig.7B*

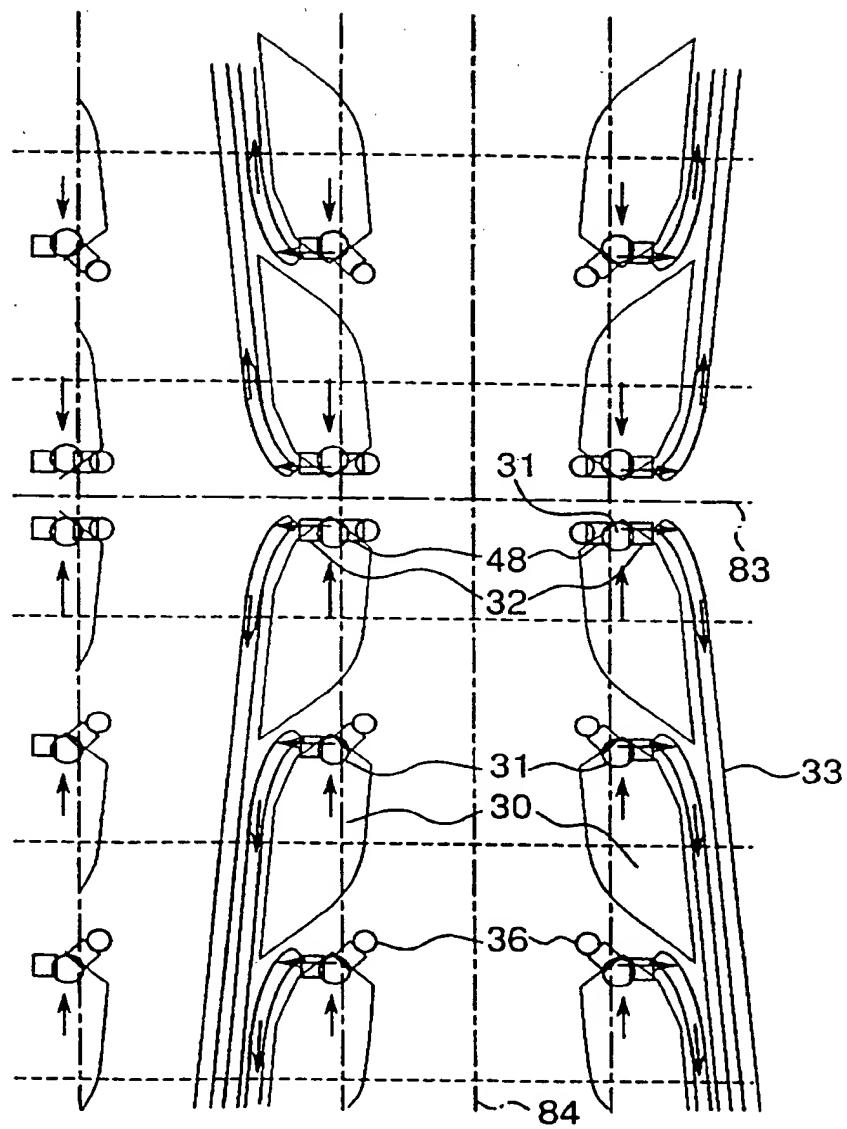
7/23

Fig.8*Fig.9*

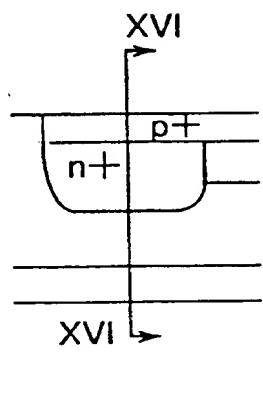
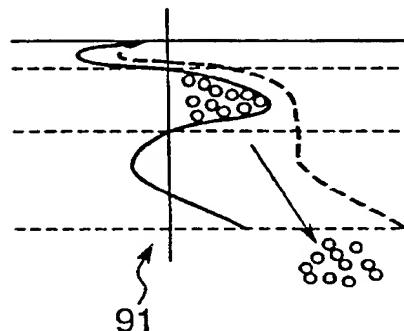
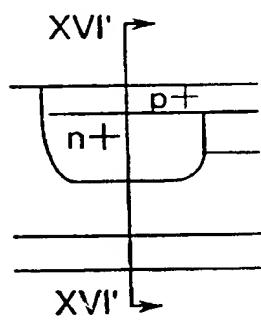
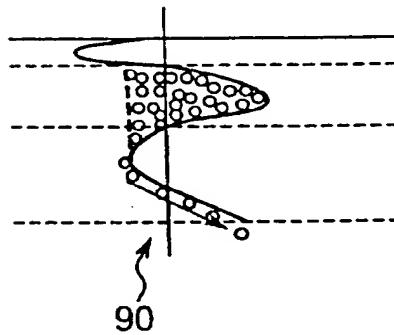
8/23

Fig. 10

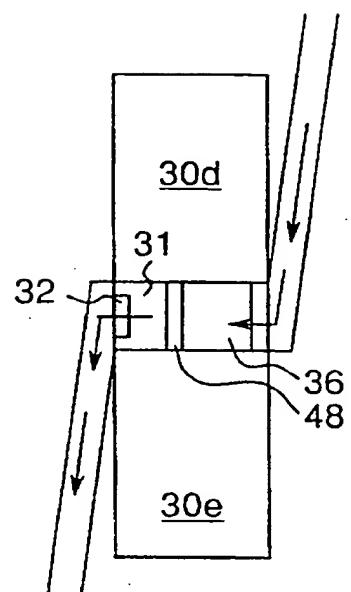
9/23

Fig. 11

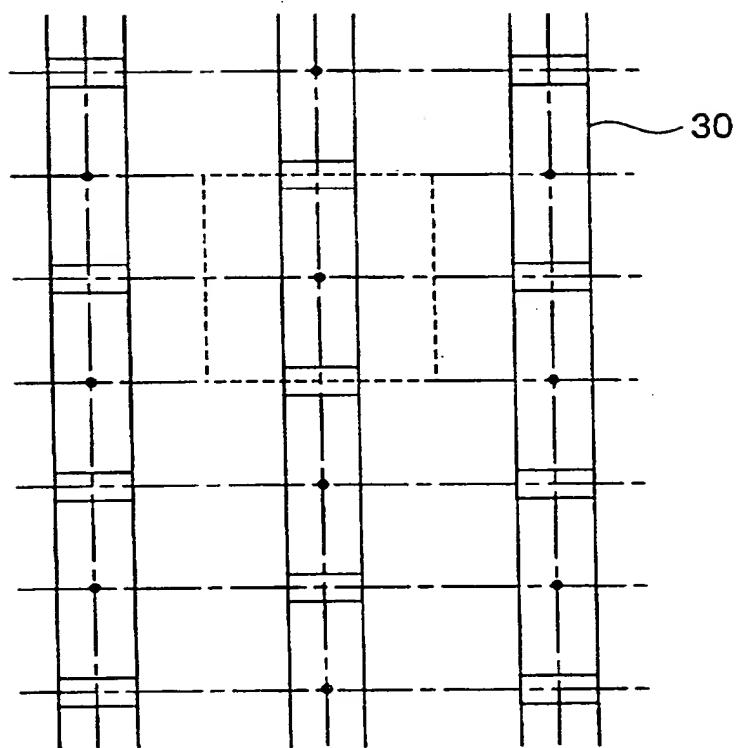
10/23

Fig. 12A*Fig. 12B**Fig. 12C**Fig. 12D*

11/23

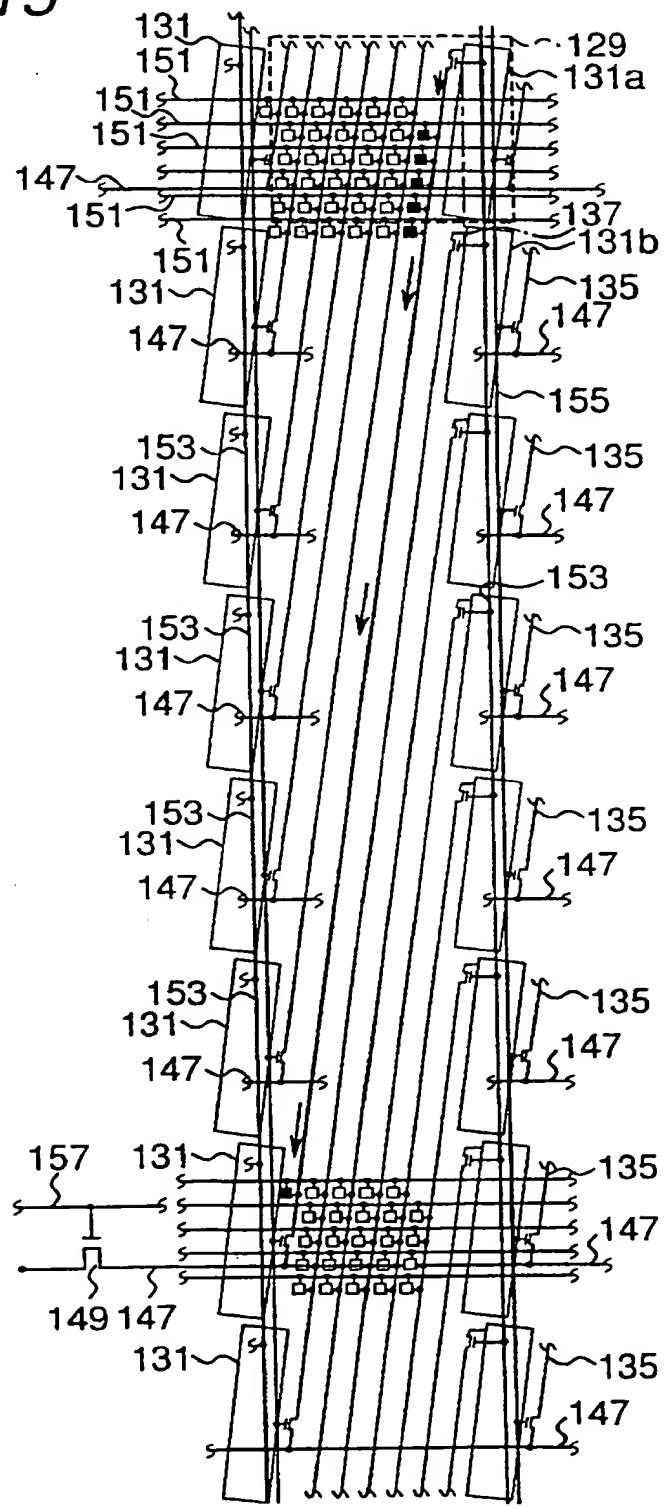
Fig. 13

12/23

Fig. 14

13/23

Fig. 15



14/23

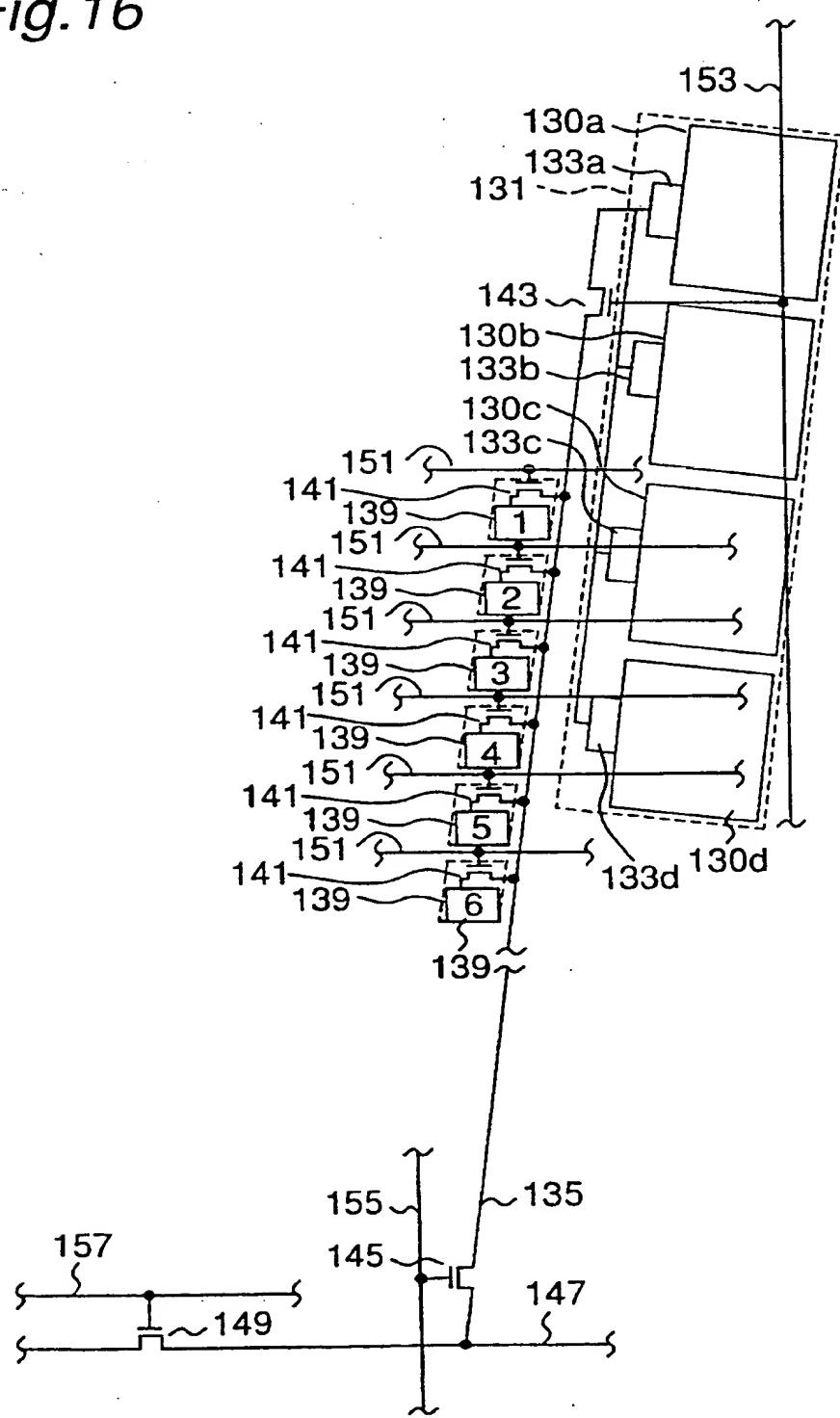
Fig. 16

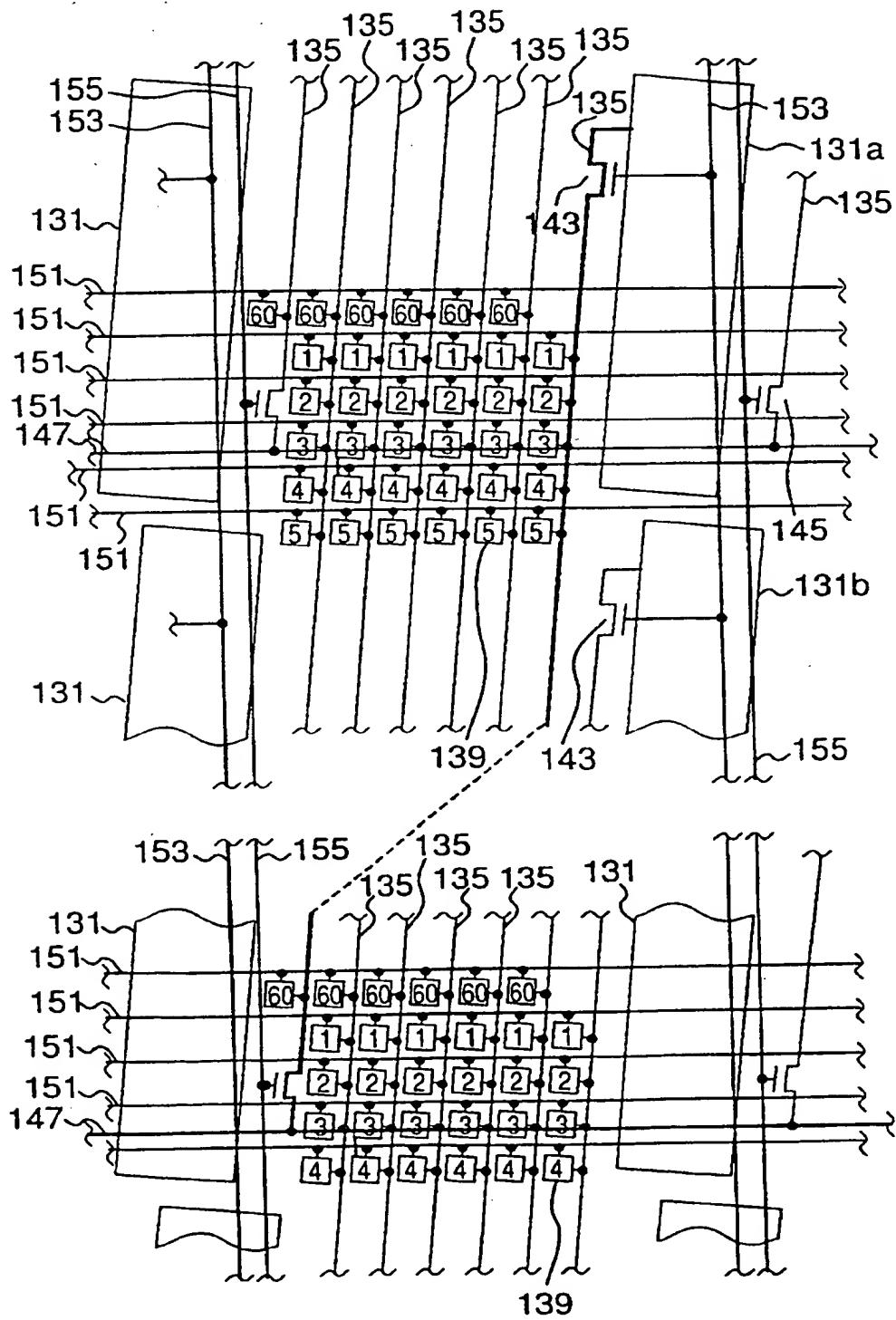
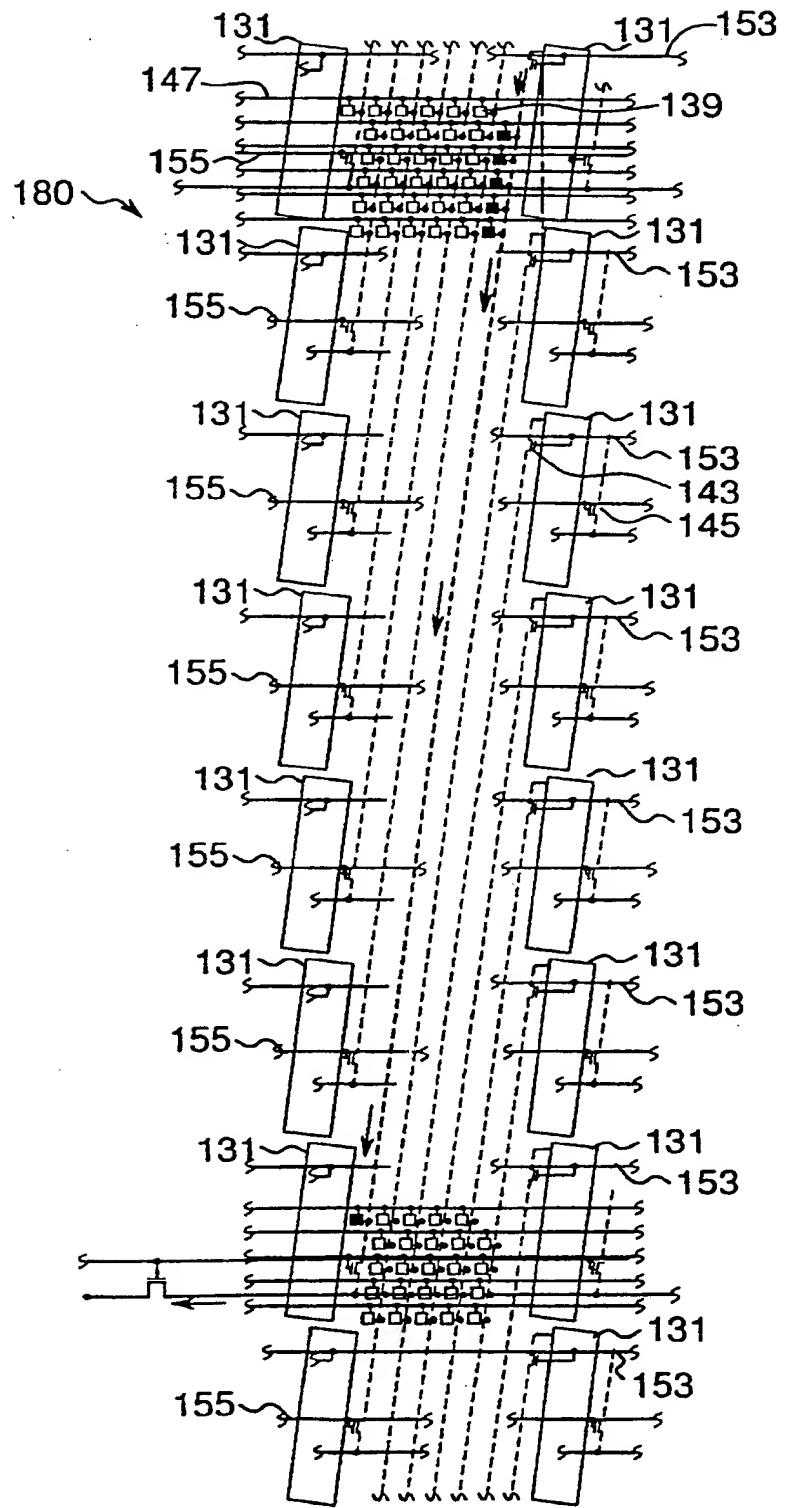
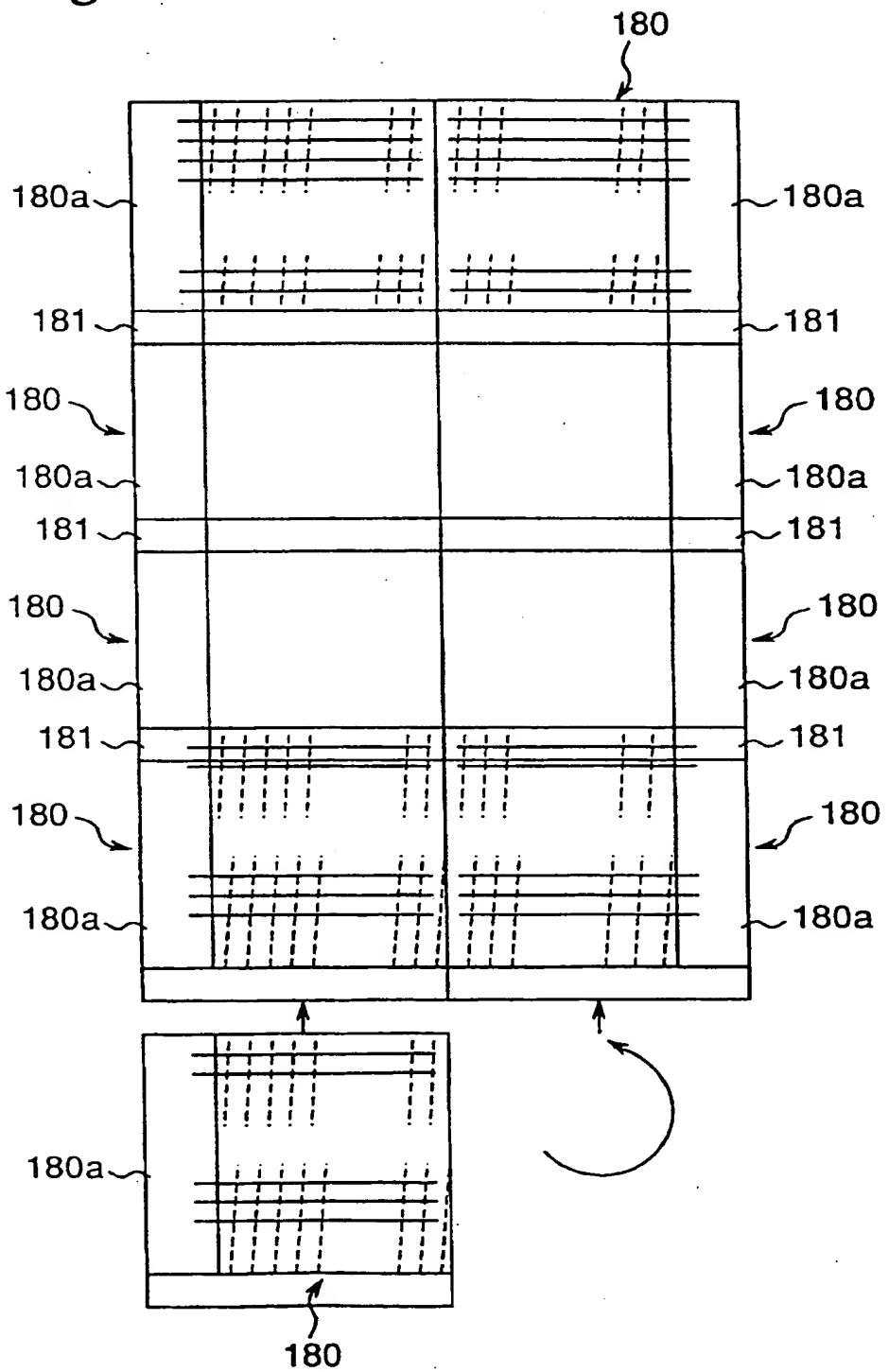
Fig. 17

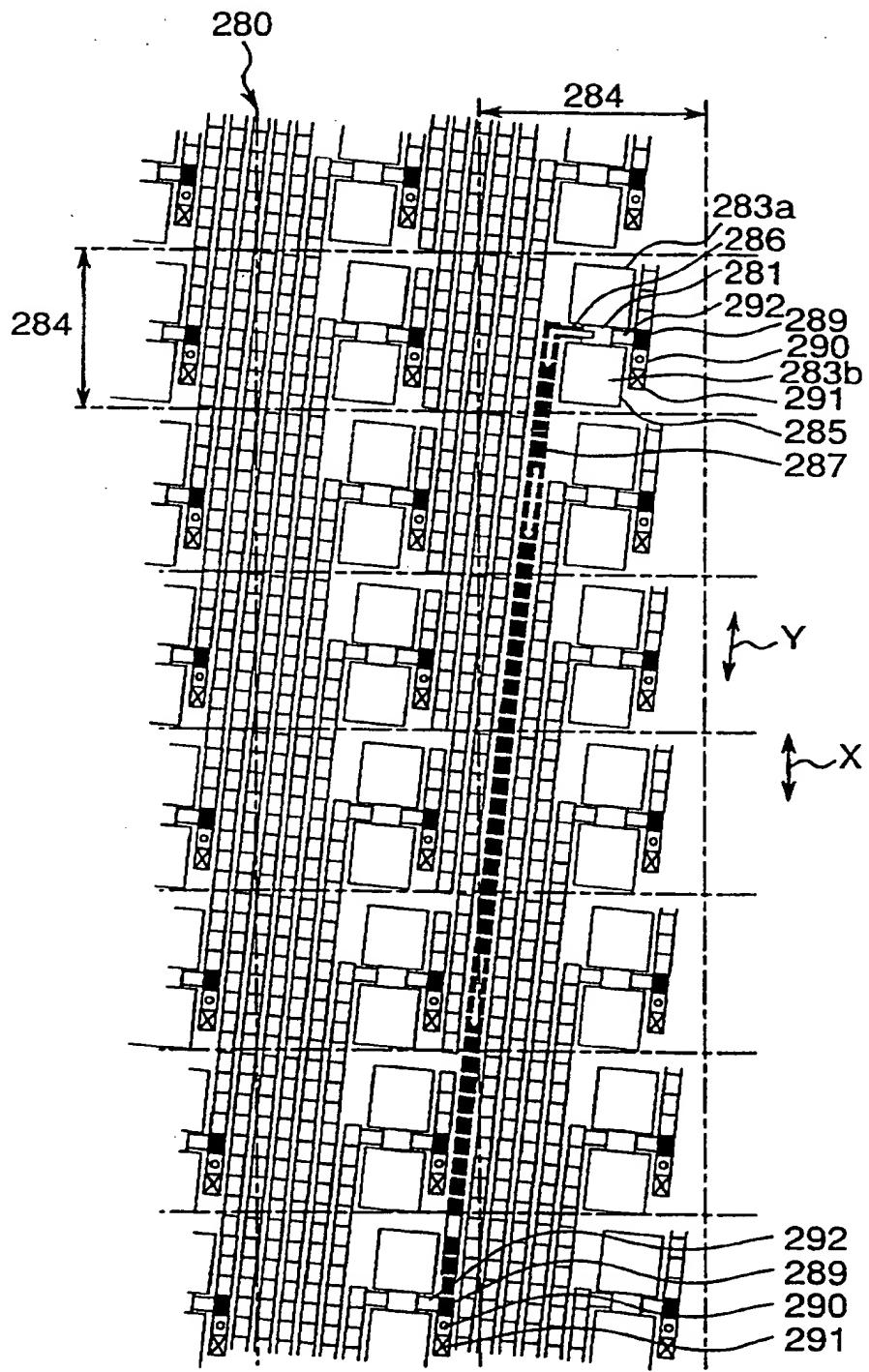
Fig. 18



17/23

Fig. 19

18 / 23

Fig.20

19/23

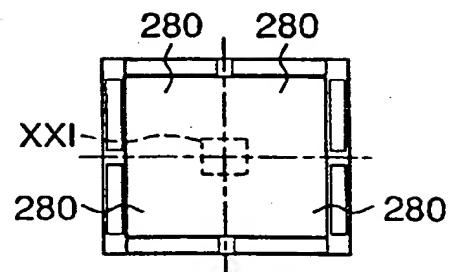
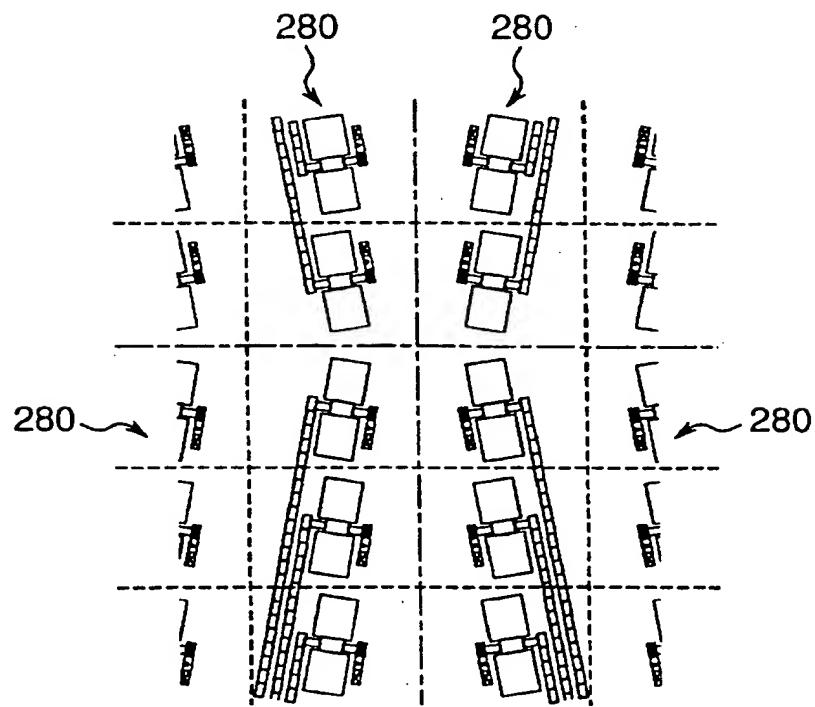
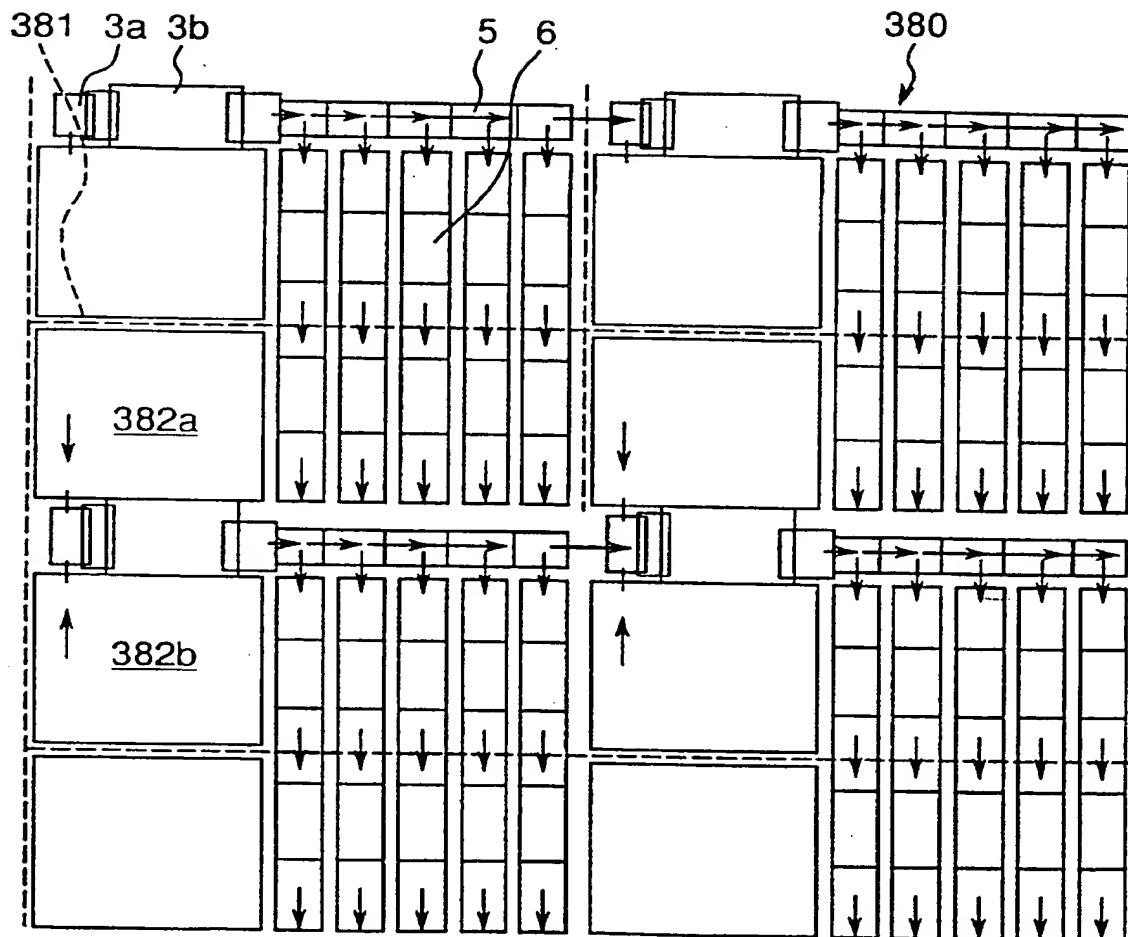
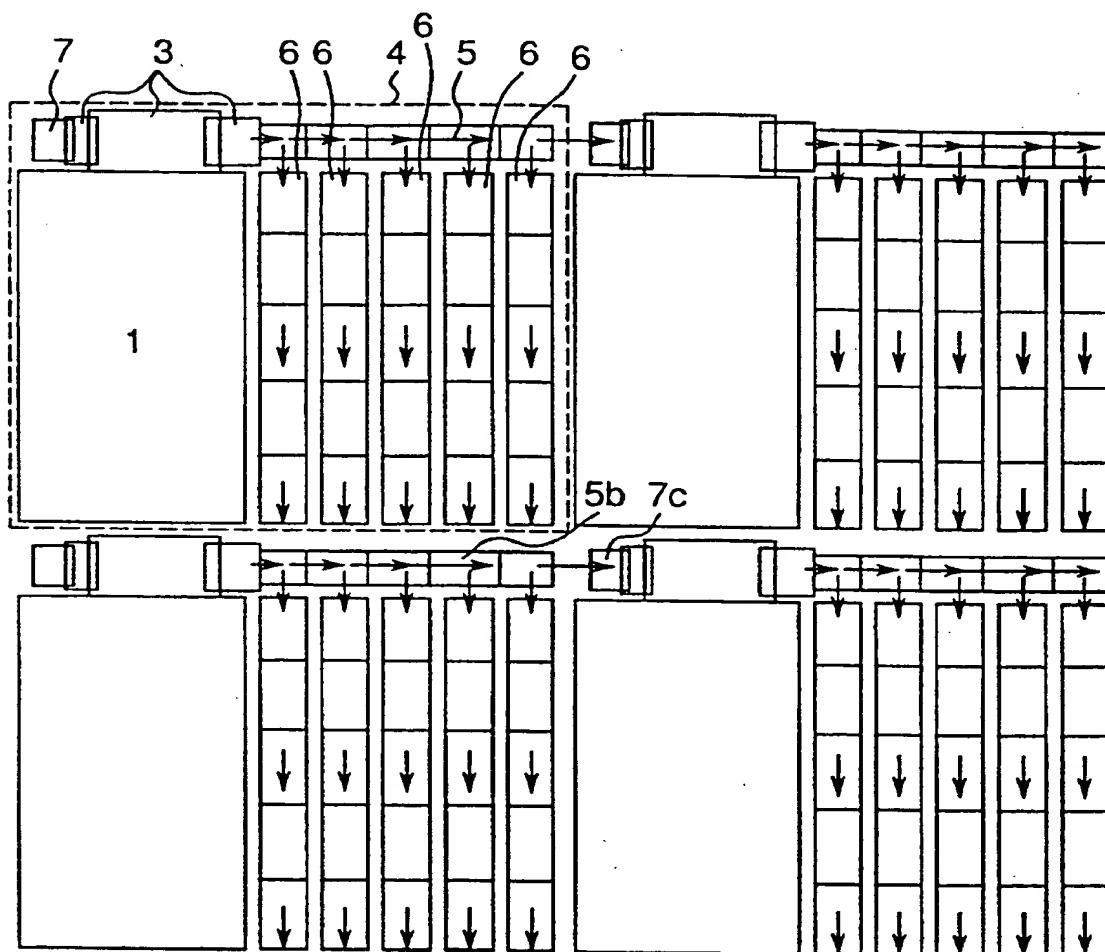
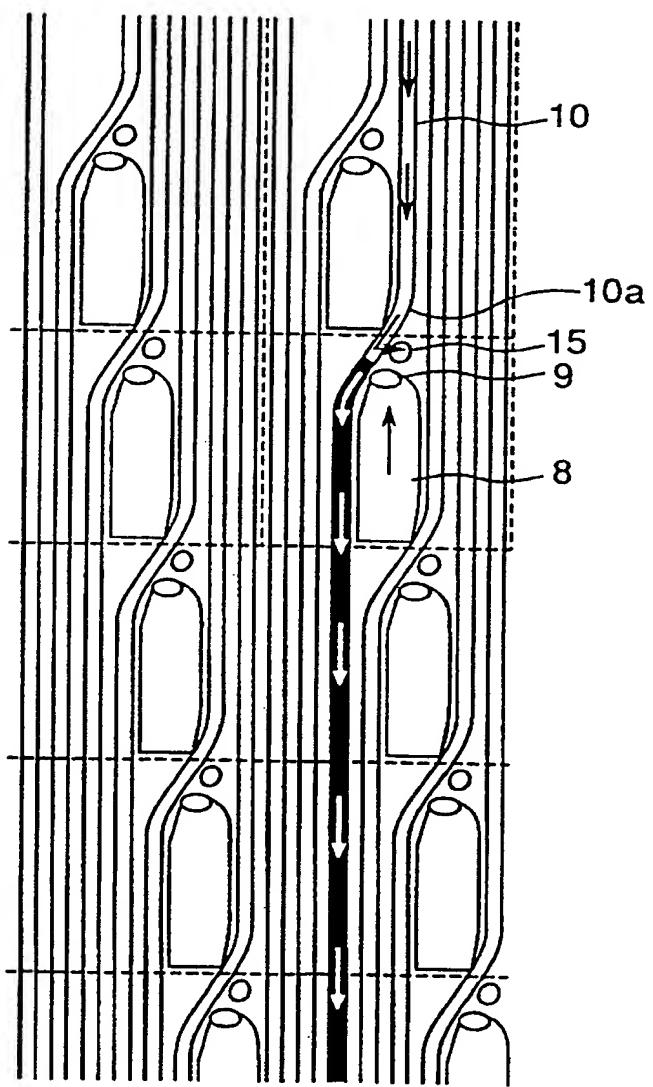
Fig.21A*Fig.21B*

Fig.22

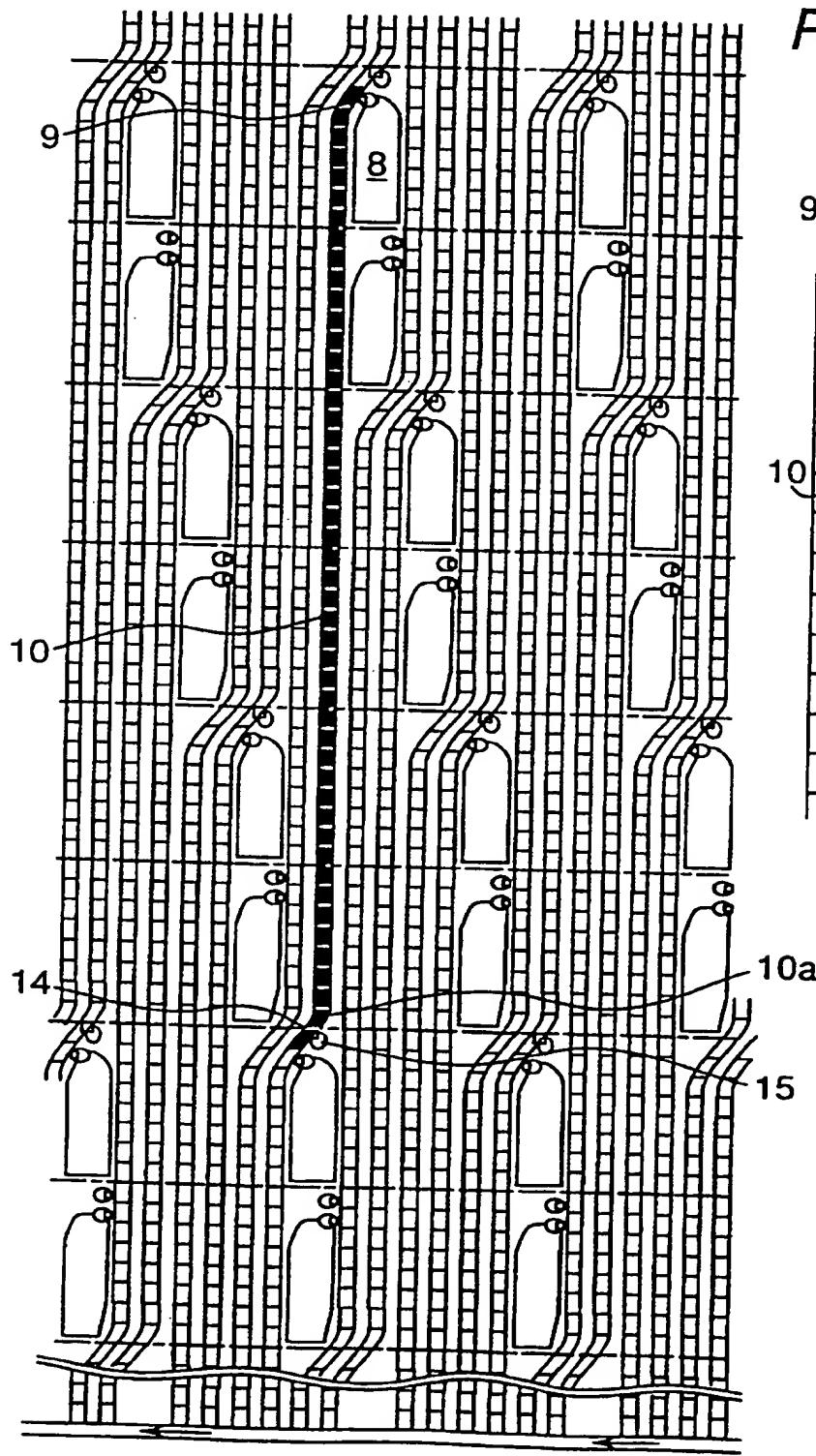
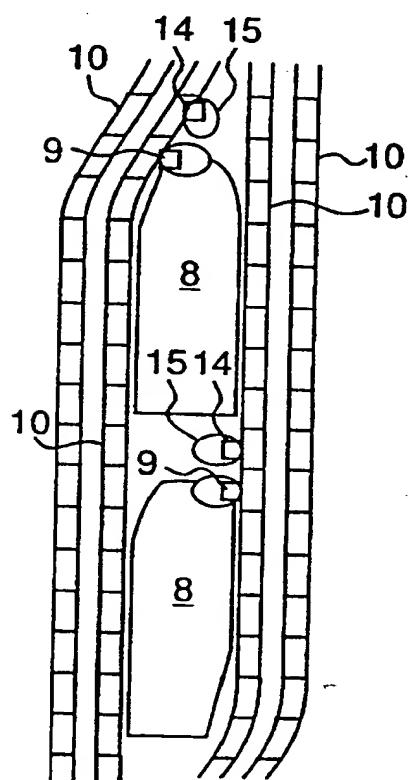
21/23

Fig.23 PRIOR ART

22/23

Fig.24 PRIOR ART

23/23

Fig.25A PRIOR ART*Fig.25B PRIOR ART*

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/05146

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 Int.Cl⁷ H01L27/146
 H04N5/335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L27/146
 H04N5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP, 0809393, A2 (Etoh, Takeharu), 26 November, 1997 (26.11.97), column 7, line 21 to column 13, line 17; Figs. 1-7	1,2,5,11
Y	column 7, line 21 to column 13, line 17; Figs. 1-7 & TW, 326120, A & KR, 97078455, A & JP, 9-55889, A Par. Nos. [0091]-[0124]; Figs. 14-21	10
Y	JP, 5-284282, A (Matsushita Electric Industr. Co., Ltd.), 29 October, 1993 (29.10.93), Claim 1 (Family: none)	10
P, X P, Y	JP, 11-225288, A (Goji Eto), 17 August, 1999 (17.08.99), Par. Nos. [0003], [0026]-[0056]; Figs. 2-7, 15-18 Par. Nos. [0003], [0026]-[0056]; Figs. 2-7, 15-18 (Family: none)	1,2,5,11 10

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&"	

Date of the actual completion of the international search 04 January, 2000 (04.01.00)	Date of mailing of the international search report 11 January, 2000 (11.01.00)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
--	--------------------

Facsimile No.	Telephone No.
---------------	---------------

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/05146

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1' H01L27/146
H04N5/335

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1' H01L27/146
H04N5/335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-1999年
日本国登録実用新案公報	1994-1999年
日本国実用新案登録公報	1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	E P, 0809393, A2 (Etoh, Takeharu) 26.11月.1997 (26.11.97) 第7欄第21行-第13欄第17行, 第1-7図 第7欄第21行-第13欄第17行, 第1-7図 & TW, 326120, A & KR, 97078455, A & JP, 9-55889, A, 段落番号【0091】-【0124】, 図14-21	1, 2, 5, 11 10
Y	JP, 5-284282, A (松下電器産業株式会社) 29.10月.1993(29.10.93)請求項1 (ファミリーなし)	10

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 04.01.00	国際調査報告の発送日 11.01.00
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 市川 篤 電話番号 03-3581-1101 内線 3497 

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/05146

C (続き)	関連すると認められる文献	関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
P, X	J P, 11-225288, A (江藤剛治) 17.8月.1999 (17.08.99) 段落番号【0003】，【0026】-【0056】， 図2-7, 図15-18	1, 2, 5, 11
P, Y	段落番号【0003】，【0026】-【0056】， 図2-7, 図15-18 (ファミリーなし)	10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)